

UNIVERSITATEA DE ȘTIINȚE AGRICOLE ȘI
MEDICINĂ VETERINARĂ "ION IONESCU DE LA BRAD" IAȘI

FACULTATEA DE AGRICULTURĂ

VALERIU MOCA

TOPOGRAFIE ȘI DESEN TEHNIC

ÎNVĂȚĂMÂNT LA DISTANȚĂ



2002

U. Ș. A. M. V. IAȘI

FACULTATEA DE AGRICULTURĂ

Prof. univ. dr. ing.

VALERIU MOCA

TOPOGRAFIE ȘI DESEN TEHNIC

ÎNVĂȚĂMÂNT LA DISTANȚĂ

2002

PREFAȚĂ

În vederea introducerii lucrărilor de cadastru și de publicitate imobiliară, se pune atât problema utilizării **fondului geodezic și cartografic existent**, cât și a realizării **unei rețele geodezice naționale**, pe care să se sprijine noile măsurători topo-cadastrale necesare unei cartografieri exacte și precise a fondului funciar.

În acest context, autorul, și-a propus, să ofere prin structura și conținutul cursului de **TOPOGRAFIE ȘI DESEN TEHNIC**, o serie de noțiuni teoretice și practice asupra metodelor și tehnologiilor folosite în procesul de măsurare, prelucrare și realizare a bazei de date topo-cadastrale.

- În **prima parte a manualului**, care include primele patru capitole se tratează următoarele aspecte:

- În capitolul **NOȚIUNI FUNDAMENTALE**, se prezintă: obiectul și scopul măsurătorilor terestre; rolul și importanța lucrărilor topografice; unități de măsură; elemente topografice ale terenului; calcule topografice de bază; hărți și planuri; scări topografice numerice și grafice; noțiuni generale asupra măsurătorilor și erorilor în topografie.

- În capitolul **PLANIMETRIE**, se tratează: studiul aparatelor, instrumentelor și metodelor folosite pentru determinarea poziției în plan a punctelor caracteristice ale detaliilor topografice de pe suprafața terestră. Se expun principalele mijloace de marcare și semnalizare a punctelor, instrumente și metode de măsurare a unghiurilor și a distanțelor, rețele planimetrice de sprijin, rețele de sprijin și de ridicare a detaliilor planimetrice, întocmirea și redactarea planurilor topografice și calculul suprafețelor prin metode numerice.

- În capitolul de **NIVELMENT** sau de **ALTIMETRIE**, se evidențiază: noțiunile de bază ale nivelmentului; tipuri de nivelment; rețele de sprijin pentru nivelment și metoda nivelmentului geometric. Se definesc metodele de determinare ale diferențelor de nivel și, respectiv, a cotelor absolute ale punctelor caracteristice de pe suprafața topografică, față de o suprafață de referință, în vederea reprezentării reliefului terenului pe hărți și planuri topografice.

- În capitolul **TAHIMETRIE**, care se ocupă cu studiul instrumentelor și metodelor de determinare simultană a poziției planimetrice și nivelitice a punctelor caracteristice ale suprafeței topografice, se face o scurtă prezentare a tahimetrelor clasice cu fire stadimetrice, a tahimetrelor autoreductoare și a tahimetrelor electronice denumite și stații totale de măsurare.

- În **partea a doua a manualului**, care include capitolul **DESEN TEHNIC** se expun cunoștințele referitoare la modul de reprezentare grafică convențională a suprafeței terestre pe hărți și planuri topografice, cu referire asupra elementelor de scriere cartografică, de întocmire și redactare a hărților și planurilor topografice.

Autorul,

Partea I

TOPOGRAFIE

CAPITOLUL 1

NOȚIUNI FUNDAMENTALE

1.1. OBIECTUL MĂSURĂTORILOR TERESTRE

Știința măsurătorilor terestre are ca obiect de studiu totalitatea operațiilor de teren și de calcul, ce sunt efectuate în vederea reprezentării pe plan sau hartă a suprafeței terestre într-o anumită proiecție cartografică și scară topografică. Conținutul măsurătorilor terestre a evoluat de-a lungul timpului odată cu dezvoltarea societății, fiind dependent de realizarea unui scop utilitar legat de activitatea economică și, respectiv, a unui scop științific legat de determinarea formei și dimensiunilor Pământului.

Efectuarea măsurătorilor pe teren, prelucrarea datelor și reprezentarea corectă pe planuri și hărți a elementelor de planimetrie și a formelor de relief ale terenului, se bazează pe folosirea unor instrumente topografice și geodezice, mijloace de calcul și de raportare grafică, care necesită cunoașterea unor noțiuni teoretice și practice din diferite domenii ale științei și tehnicii. Astfel, pentru folosirea practică a *instrumentelor topografice și geodezice*, în vederea măsurării exacte a unghiurilor și distanțelor sunt necesare cunoștințe de optică geometrică, mecanică fină, rezistența materialelor și altele. Pentru *prelucrarea rezultatelor măsurătorilor* din teren sunt necesare metode de calcul, ce se bazează pe noțiuni de geometrie, trigonometrie, algebră, analiză matematică și informatică. Întocmirea și execuția grafică a planurilor și hărților, presupune folosirea cunoștințelor de desen topografic și cartografic, cu ajutorul cărora se reprezintă diferitele obiecte și forme ale terenului, printr-o proiecție ortogonală, pe plan orizontal.

Știința măsurătorilor terestre cuprinde o serie de ramuri principale, ce se diferențiază între ele atât prin obiectul activității, cât și prin metodele și instrumentele folosite în procesul de măsurare, din care, se menționează:

➤ **Geodezia**, se ocupă cu studiul, măsurarea și determinarea **forme** și **dimensiunilor Pământului** sau a unor părți întinse din suprafața acestuia, precum și cu determinarea poziției precise a unor puncte fixe de pe teren, ce formează **rețeaua geodezică de sprijin** pentru măsurătorile topografice. În cadrul măsurătorilor geodezice, care se execută pe suprafețe mari, se ține seama de efectul de curbură al Pământului.

➤ **Topografia**, se ocupă cu studiul, măsurarea și reprezentarea pe planuri și hărți a terenului cu toate formele de planimetrie și de relief existente. În cadrul măsurătorilor topografice, ce se execută pe suprafețe mici, nu se ține seama de curbura Pământului.

➤ **Fotogrammetria**, se ocupă cu înregistrarea, măsurarea și reprezentarea obiectelor sau fenomenelor în spațiu și timp, cu ajutorul imaginilor fotografice ale acestora, ce poartă denumirea de fotograme. Ridicările fotogrammetrice au o largă utilizare în prezent datorită randamentului superior al procesului de culegere și prelucrare a datelor, precum și a metodelor rapide de întocmire a planurilor topografice sub formă analogică și mai recent, sub formă digitală.

➤ **Teledetecția**, cuprinde un ansamblu de tehnici și tehnologii elaborate în vederea teleobservării resurselor naturale ale Pământului, ale planetelor, precum și a spațiului aerian și interplanetar, ce se efectuează cu ajutorul sateliților artificiali.

➤ **Cartografia**, se ocupă cu studiul proiecțiilor cartografice folosite la reprezentarea în plan a suprafeței Pământului sau a unor porțiuni din această suprafață, în vederea întocmirii, editării și multiplicării planurilor și hărților topografice.

➤ **Cadastru**, cuprinde totalitatea lucrărilor necesare pentru identificarea, măsurarea și reprezentarea pe hărți și planuri cadastrale a bunurilor imobile de pe întreg teritoriul țării, indiferent de destinația lor și de proprietar. Prin introducerea **cadastrului**, se realizează cunoașterea și furnizarea, în orice moment, a datelor cadastrale din punct de vedere **cantitativ, calitativ și juridic** a bunurilor imobile din cuprinsul unui teritoriu cadastral.

➤ **Sistemul informațional geografic**, cunoscut și sub denumirea de G.I.S. (Geographical Information System), se bazează pe utilizarea tehnicii electronice de calcul, necesară pentru achiziția, stocarea, analiza și afișarea datelor geografice ale suprafeței terestre, sub formă de rapoarte grafice și numerice. Sistemele informaționale geografice realizează organizarea informației pe criterii spațiale (geografice) și pe diferite nivele (straturi) de informație, (planuri tematice).

1.2. ROLUL ȘI IMPORTANȚA LUCRĂRILOR TOPOGRAFICE PENTRU AGRICULTURĂ

Lucrările topografice sunt utilizate la nivelul întregii economii naționale, în vederea întocmirii planurilor și hărților topografice necesare pentru elaborarea studiilor și proiectelor de execuție din cele mai variate domenii de activitate din industrie, construcții, transporturi, agricultură, silvicultură și altele. Din punct de vedere practic, lucrările topografice preced, însoțesc și finalizează toate proiectele de investiții, în care se utilizează hărți, planuri de bază, planuri tematice, profile longitudinale și profile transversale.

În **agricultură și horticultură**, lucrările topografice, se folosesc în **faza de ridicare topografică** a teritoriului agricol, în vederea proiectării diferitelor lucrări ingineresti de organizarea și amenajarea teritoriului, precum și a introducerii cadastrului tehnic și calitativ, pe teritorii cadastrale. **În faza de aplicare pe teren** a proiectelor de îmbunătățiri funciare (irigații, desecări, combaterea eroziunii solului); de organizarea teritoriului agricol; de sistematizare a localităților rurale; de înființare a plantațiilor pomicole și viticole; de modernizare a drumurilor agricole și altele, se realizează trasarea topografică în plan și pe verticală a axelor și punctelor caracteristice ale lucrărilor proiectate.

În **lucrările de întreținere a cadastrului agricol**, se efectuează măsurători topografice periodice necesare pentru actualizarea planurilor cadastrale și pentru evidențierea sistematică a tuturor modificărilor intervenite în evidența cadastrală a suprafețelor agricole.

1.3. UNITĂȚI DE MĂSURĂ FOLOSITE ÎN TOPOGRAFIE

În România se folosește în mod oficial, **Sistemul internațional de unități de măsură (SI)**, ce se bazează pe următoarele unități fundamentale: metrul, kilogramul, secunda, amperul, gradul Kelvin și candela.

1.3.1. UNITĂȚI DE MĂSURĂ PENTRU LUNGIMI

În sistemul internațional de unități de măsură pentru **distanțe**, unitatea fundamentală este **metrul (m)**. În prezent, metrul este definit ca fiind a **299 792 458 – a parte** a distanței parcurse de lumină, în vid, într-o secundă. La măsurarea distanțelor se folosește metrul cu submultipli: **decimetrul (dm)**; **centimetrul**

(cm) și milimetrul (mm) și cu multiplii: **decametrul (dam); hectometrul (hm)** și **kilometrul (km)**:

$$1 \text{ m} = 10 \text{ dm} = 100 \text{ cm} = 1\,000 \text{ mm} ;$$

$$1 \text{ m} = 0,1 \text{ dam} = 0,01 \text{ hm} = 0,001 \text{ km} .$$

Până la introducerea sistemului metric (15/27 septembrie 1864) sub domnia lui Alexandru Ioan Cuza, s-au utilizat și alte unități de măsură pentru lungimi, care nu mai sunt folosite în prezent.

- În **Muntenia**, s-a folosit palma, stânenul și prăjina:

$$1 \text{ palmă Șerban Vodă} = 0,246 \text{ m};$$

$$1 \text{ stânen Șerban Vodă} = 8 \text{ palme} = 1,97 \text{ m};$$

$$1 \text{ prăjină Șerban Vodă} = 24 \text{ palme} = 3 \text{ stâneni} = 5,90 \text{ m}.$$

- În **Moldova**, s-a folosit stânenul și prăjina:

$$1 \text{ stânen moldovenesc} = 2,23 \text{ m};$$

$$1 \text{ prăjină moldovenească} = 4 \text{ stâneni moldovenești} = 8,92 \text{ m}.$$

- În **Ardeal, Banat și Bucovina**, s-a folosit până în anul 1918 stânenul vienez sau Klawterul:

$$1 \text{ stânen vienez} = 6 \text{ picioare} = 1,89 \text{ m}.$$

1.3.2. UNITĂȚI DE MĂSURĂ PENTRU SUPRAFEȚE

În sistemul internațional de unități de măsură pentru **suprafețe**, unitatea fundamentală este **metrul pătrat (m^2 sau m.p.)** cu submultiplii: **decimetrul pătrat (dm^2); centimetrul pătrat (cm^2) și milimetrul pătrat (mm^2)** și multiplii: **arul (ar); hectarul (ha) și kilometrul pătrat (km^2 sau kmp)**:

$$1 \text{ m}^2 = 100 \text{ dm}^2 = 10\,000 \text{ cm}^2 = 1\,000\,000 \text{ mm}^2 ;$$

$$1 \text{ ar} = 100 \text{ m}^2 ;$$

$$1 \text{ km}^2 = 1\,000\,000 \text{ m}^2 = 10\,000 \text{ ari} = 100 \text{ ha} .$$

$$1 \text{ ha} = 10\,000 \text{ m}^2 = 100 \text{ ari} ;$$

Dintre unitățile de măsură vechi folosite la măsurarea suprafețelor și redată în documentele cadastrale vechi, se menționează:

- În **Muntenia**, s-au folosit următoarele unități de măsură:

$$1 \text{ stânen pogonesc} = 3,8670 \text{ m}^2;$$

$$1 \text{ prăjină pogonească} = 54 \text{ stâneni pătrați} = 208,82 \text{ m}^2;$$

1 pogon = 1296 stâneni pătrați = 144 prăjini pătrate = 5 011,78 m².

• În **Moldova**, s-a utilizat următoarele unități de măsură:

1 stânen fălcesc = 4,9729 m²

1 prăjină fâlcească = 36 stâneni pătrați = 179,02 m²

1 falce = 2880 stâneni pătrați = 80 prăjini fâlcești = 14 321,90 m².

• În **Ardeal, Banat și Bucovina**, s-au utilizat unitățile:

1 stânen vienez pătrat = 3,59 m²;

1 jugăr mic = 1 200 stâneni pătrați = 4 316 m² = 0,43 ha;

1 jugăr cadastral = 1 600 stâneni pătrați = 5 754,64 m² = 0.58 ha.

1.3.3. UNITĂȚI DE MĂSURĂ PENTRU UNGHIURI

În ridicările topografice, unghiurile orizontale și verticale se măsoară în grade, minute și secunde sexagesimale sau centesimale.

➤ În **sistemul sexagesimal**, cercul este divizat în 360 părți (360⁰), gradul în 60 minute (1⁰=60'), iar minutul în 60 secunde (1'=60'').

➤ În **sistemul centesimal**, cercul este divizat în 400 părți (400^g), gradul în 100 minute (1^g=100^c), iar minutul în 100 secunde (1^c=100^{cc}). Sistemul centesimal prezintă avantajul că, valoarea unui unghi $\beta = 47^g.54^c.97^{cc}$ se poate scrie și sub formă de fracție zecimală $\beta = 47^g,5497$, ceea ce facilitează o serie de avantaje în procesul de prelucrare a datelor cu ajutorul calculatoarelor electronice.

În sistemul internațional (SI), unitatea de măsură pentru unghiuri este **radianul**, fiind definit ca unghiul la centru ce corespunde unui arc de cerc egal cu raza cercului. Deci, cercul are **2 π radiani**, iar **1 radian = 57⁰ 17' 45'' = 63^g. 66^c 20^{cc}**.

1.4. ELEMENTE TOPOGRAFICE ALE TERENULUI

Pentru reprezentarea pe planuri topografice a elementelor ce formează conturul diferitelor parcele topografice, cu sau fără construcții, se aleg pentru proiecția respectivă numai punctele și liniile caracteristice de pe diferite limite și detalii naturale sau artificiale.

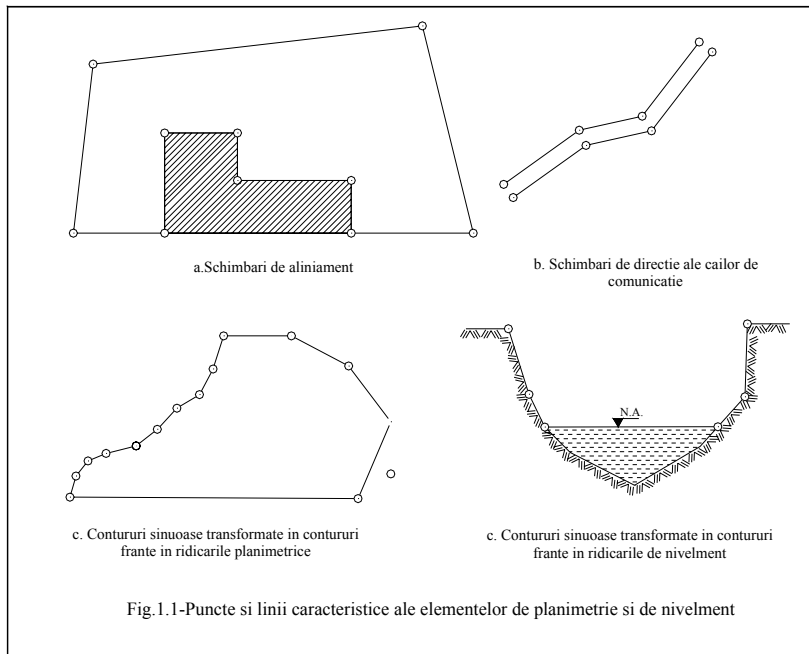
1.4.1. PUNCTE ȘI LINII CARACTERISTICE ALE TERENULUI

Prin puncte caracteristice înțelegem o serie de puncte topografice, care raportate pe planuri redau în mod fidel detaliile topografice de pe teren, din care, se menționează:

- schimbările de aliniament ale limitelor de teren;
- schimbările de direcție ale căilor de comunicație;
- conturul diferitelor clădiri;
- axul podurilor, drumurilor și apelor;
- punctele cele mai joase și cele mai înalte ale terenului;
- punctele care reprezintă schimbări de pantă.

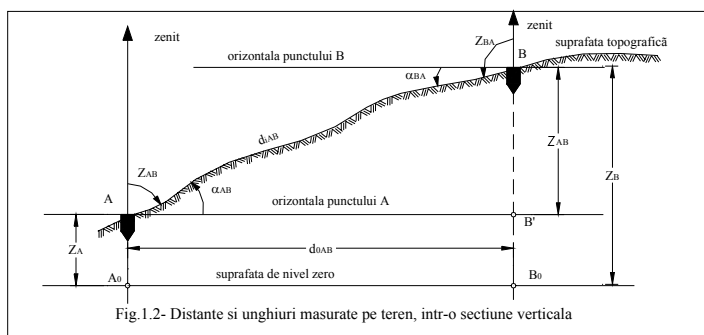
Prin alegerea punctelor caracteristice se realizează o geometrizare a figurilor neregulate din teren, care ușurează atât reprezentarea lor pe plan, cât și efectuarea calculului suprafețelor.

Aceste contururi redau cu multă fidelitate linia sinuoasă și reprezintă avantajul că pot fi determinate în plan orizontal sau în plan vertical, față de un sistem de referință(fig.1.1.).



1.4.2. ELEMENTE LINIARE ȘI UNGHIULARE MĂSURATE ÎN PLAN VERTICAL

În vederea determinării poziției planimetrice și altimetrice a punctelor topografice de pe teren, trebuie să se efectueze măsurători și calcule asupra următoarelor elemente, în condițiile unei secțiuni verticale prin punctele A și B, marcate pe teren prin țărushi (fig.1.2.).



• *Aliniamentul AB'* este direcția materializată pe teren dintre două puncte A și B, iar în plan orizontal este o linie dreaptă AB' care reprezintă proiecția orizontală a liniei sinuoase rezultate din secțiunea suprafeței terenului cu un plan vertical;

• *Distanța înclinată (d_{iAB})* este linia care unește punctele A și B;

• *Distanța redusă la orizont (d_{oAB})* este proiecția ortogonală a distanței înclinate (d_{iAB}) pe un plan orizontal;

• *Unghiul vertical de pantă (α_{AB})* este format de linia terenului cu planul orizontal al punctului considerat;

• *Unghiul vertical zenital (Z_{AB})* este format de linia terenului cu planul vertical al punctului considerat;

• *Diferența de nivel ($\Delta Z_{AB} = BB'$)* este distanța măsurată pe verticală între planul orizontal ce trece prin punctul B și planul orizontal ce trece prin punctul A;

• *Cota sau altitudinea (Z_A)* a punctului A este distanța măsurată pe verticală între planul orizontal care trece prin punctul A și până la un plan de referință, ce reprezintă suprafața de nivel zero: GEOID sau ELIPSOID;

• *Profilul topografic* al terenului între punctele A și B este linia sinuoasă rezultată din intersectarea suprafeței terenului cu un plan vertical.

1.4.3. ELEMENTE UNGHIULARE MĂSURATE ÎNTR-UN PUNCT DE STAȚIE

Ridicarea topografică a unui teren se bazează pe lângă măsurarea distanțelor și pe măsurarea unghiurilor formate de aliniamente, în plan orizontal, precum și a unghiurilor formate de fiecare aliniament cu orizontala, în plan vertical.

Pe teren, se staționează în punctul de stație S, din care se vizează semnalele punctelor A și B, în vederea măsurării unghiului orizontal (β) și a unghiurilor verticale de pantă (α_A) și (α_B), precum și a unghiurilor verticale zenitale (Z_A) și (Z_B). Pentru exemplificare, se consideră cele două planuri verticale V_1 și V_2 , care să conțină cele două direcții de vizare SA și SB, precum și planul orizontal (H) din punctul de stație considerat.

- **Unghiul orizontal (β)** dintre două direcții de vizare SA și SB este unghiul diedru format de cele două plane verticale V_1 și V_2 , care conțin direcțiile respective sau unghiul format de proiecțiile orizontale ale celor două direcții considerate.

- **Unghiul vertical de pantă** ale direcției SA (α_A) sau al direcției SB (α_B) este determinat în plan vertical de direcția înclinată și de proiecția ei orizontală. Unghiul vertical de pantă se măsoară de la planul orizontal, fiind pozitiv când direcția este deasupra planului orizontal și negativ când direcția este dedesubtul planului orizontal.

- **Unghiul vertical zenital (Z)** ale direcțiilor SA (Z_A) și SB (Z_B) este format de verticala locului cu direcția înclinată (fig.1.3.).

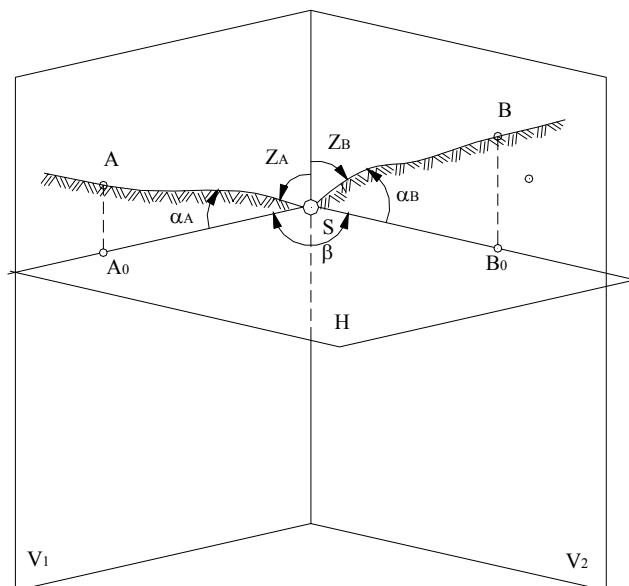


Fig.1.3- Unghiuri orizontale si verticale masurate intr-un punct de stație

Se menționează că, cele două unghiuri verticale (α) și (Z) sunt unghiuri complementare. Deci, $(\alpha + Z) = 100^\circ$, de unde se poate obține unghiul (Z) sau unghiul (α) cu relațiile de mai jos:

$$Z = 100^\circ - \alpha \quad \text{și} \quad \alpha = 100^\circ - Z$$

1.5. CALCULE TOPOGRAFICE

Poziția punctelor de pe teren se reprezintă pe planuri topografice prin coordonatele rectangulare (x, y), față de un sistem rectangular de axe, care poate fi **general** în cazul folosirii unei proiecții cartografice sau **local**, în cazul unor ridicări locale, ce se execută pe suprafețe relativ mici.

1.5.1. SISTEME ȘI AXE DE COORDONATE RECTANGULARE PLANE

Planurile topografice utilizate în lucrările de cadastru și de proiectare a diferitelor obiective de investiții, se întocmesc, în prezent, în **proiecția azimutală perspectivă stereografică oblică conformă pe plan secant – 1970**. Originea sistemului de axe rectangulare plane în cazul proiecției stereografice – 1970 reprezintă imaginea plană a punctului central Q_0 ($\varphi_0 = 46^\circ$ latitudine nordică și $\lambda_0 = 25^\circ$ longitudine estică), fiind situat aproximativ în centrul țării, la nord de orașul Făgăraș.

În **sistemul general de axe** al proiecției stereografice – 1970, axa **absciselor XX'** reprezintă imaginea plană a meridianului punctului central (Q_0), de longitudine $\lambda_0 = 25^\circ$, fiind orientată pe direcția Nord-Sud, iar axa **ordonatelor YY'** reprezintă tangenta la imaginea plană a paralelului, de latitudine $\varphi_0 = 46^\circ$ și este orientată pe direcția Est-Vest (fig.1.4.).

Pentru pozitivarea valorilor negative ale coordonatelor plane din cadranele: **II** ($-X$; $+Y$); **III** ($-X$; $-Y$) și **IV** ($+X$; $-Y$) s-a realizat translarea originii sistemului de axe rectangulare **O** ($X_0 = 0,000 \text{ m}$; $Y_0 = 0,000 \text{ m}$) cu câte 500 000 m spre sud și, respectiv, cu 500 000 m spre vest, obținându-se originea traslată **O'** ($X_0 = 500 000,000 \text{ m}$; $Y_0 = 500 000,000 \text{ m}$).

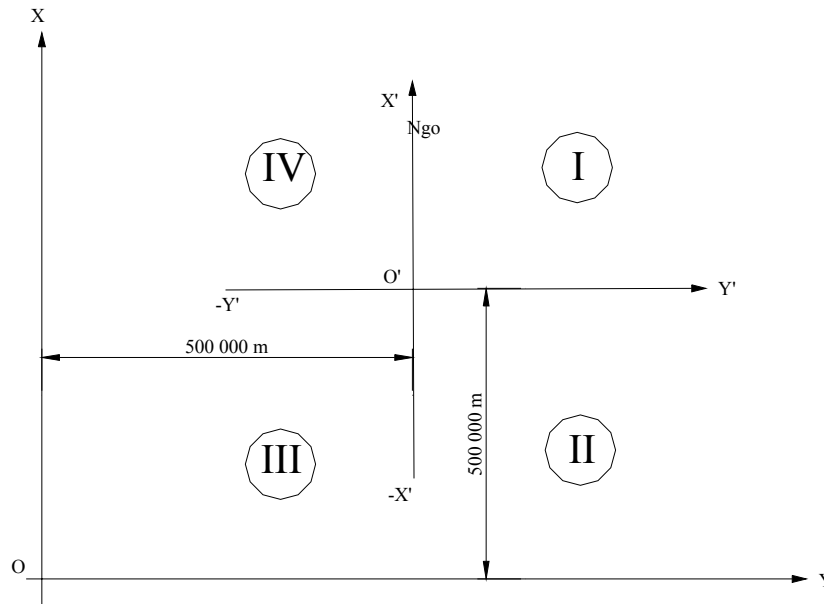


Fig.1.4- Sistemul general de axe al proiecției stereografice-1970

Din punct de vedere practic, se folosesc, în cazul unor ridicări topografice executate pe suprafețe relativ mici și **sisteme locale de axe** de coordonate rectangulare plane, în care axa absciselor este orientată pe direcția meridianului magnetic Nord-Sud, iar axa ordonatelor este orientată pe direcția Est-Vest sau invers (fig.1.5.).

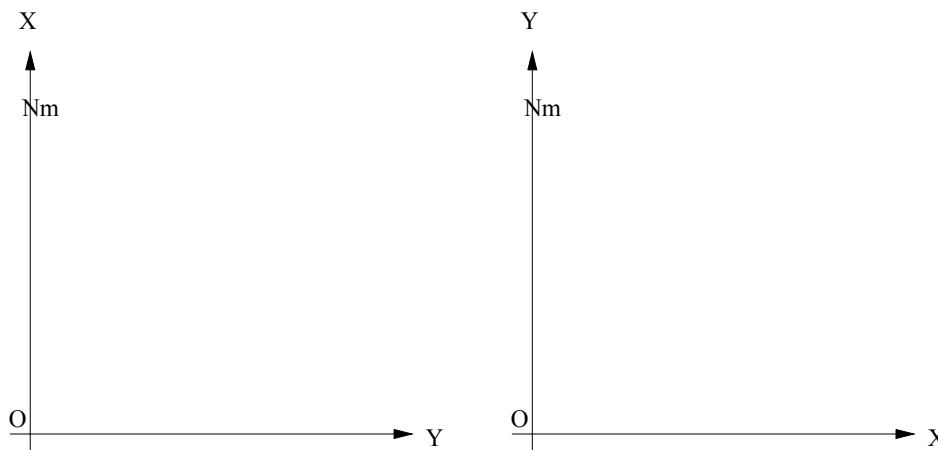


Fig.1.5. Sisteme locale de axe de coordonate rectangulare plane

1.5.2. ORIENTAREA UNEI DIRECȚII DE PE TEREN

În vederea cunoașterii expoziției versanților, a construcțiilor și a altor detalii topografice, față de direcțiile punctelor cardinale, se consideră **direcția de referință**, care este reprezentată de **direcția nordului**. Deoarece printr-un **punct oarecare (A)** de pe suprafața globului terestru trece atât un **meridian geografic**, de poziție fixă (**ANG**), cât și un **meridian magnetic**, de poziție variabilă în timp

(ANm), se consideră ca **direcție de referință paralela** la meridianul geografic al punctului central al proiecției stereografice-1970, Q_0 ($\varphi_0 = 46^0$; $\lambda_0 = 25^0$), trasată prin punctul considerat (ANgo), în cazul sistemului general de axe al teritoriului României (fig.1.6.).

În funcție de imaginile plane ale celor trei meridiane ANg, ANm și ANgo, care trec prin **punctul A**, se definesc următoarele **orientări ale direcției AB**:

- **Azimutul sau orientarea geografică (θ_{gAB})** este unghiul format de direcția meridianului geografic al punctului dat (ANg) cu direcția AB din teren (fig.1.6.);

- **Orientarea magnetică (θ_{mAB})** este unghiul format de direcția meridianului magnetic al punctului dat (ANm) cu direcția AB din teren (fig.1.6.);

- **Orientarea topografică a direcției AB (θ_{AB})** este unghiul format de paralela la meridianul geografic al punctului central al proiecției stereografice – 1970 (ANgo) cu direcția AB din teren, ce se măsoară în sensul direct al acelor unui ceasornic (fig.1.6.).

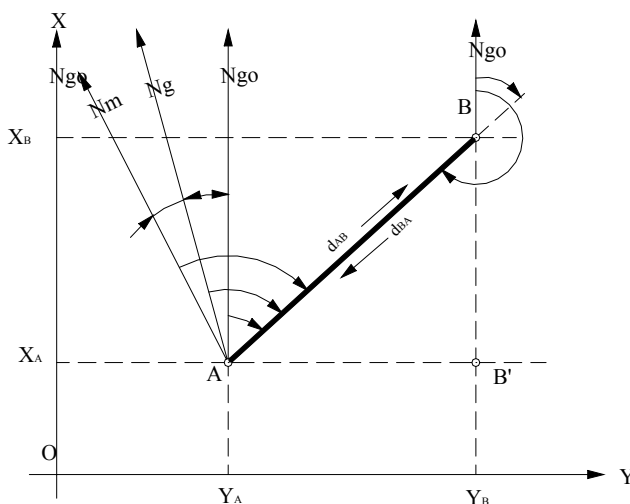


Fig. 1.6- Orientarea unei direcții

Trecerea de la o orientare la altă orientare se face în funcție de mărimea **unghiului de convergență a meridianelor (γ)** și a **unghiului de declinație magnetică (δ)**, cu ajutorul relațiilor:

$$\theta_{AB} = \theta_{gAB} - \gamma \quad \text{sau} \quad \theta_{AB} = \theta_{mAB} - (\gamma + \delta), \text{ unde:}$$

θ_{AB} – orientarea topografică a direcției date AB;

θ_{gAB} - orientarea geografică a direcției date AB;

θ_{mAB} - orientarea magnetică a direcției date AB;

γ - unghiul de convergență a meridianelor în planul de proiecție format de imaginea plană a meridianului punctului considerat (**ANg**), cu dreapta dusă prin acel punct, paralelă la proiecția meridianului central (**ANgo**), care se ia ca axă OX;

δ - unghiul de declinație magnetică format de meridianul magnetic al punctului dat (**ANm**) cu meridianul geografic (**ANg**) al punctului respectiv.

Din punct de vedere practic, **orientarea** direcției considerate (θ_{AB}) poate lua valori pozitive de la 0^g la 400^g , în sistemul de gradație centesimală și de la 0^0 la 360^0 , în sistemul de gradație sexagesimală.

În calculele topografice se folosește, atât noțiunea de **orientare directă** a unei direcții, ce se măsoară în **sensul direct** de executare a măsurătorilor pe teren (θ_{AB}), cât și noțiunea de **orientare inversă** a unei direcții, dar măsurată în **sens invers** (θ_{BA}). Între cele două orientări, care diferă între ele cu o jumătate de cerc (200^g sau 180^0), se poate scrie relația:

$$\theta_{BA} = \theta_{AB} \pm 200^g \quad \text{sau} \quad \theta_{BA} = \theta_{AB} \pm 180^0$$

1.5.3.CALCULUL COORDONATELOR RECTANGULARE PLANE (X, Y)

În cadrul sistemului general de axe de coordonate, **orientarea unei direcții**, se calculează în raport cu paralela la proiecția în plan a meridianului geografic al punctului central al proiecției stereografice – 1970, care reprezintă **originea** sistemului rectangular. Deoarece poziția planimetrică a punctelor se determină pe cale trigonometrică, a fost necesar să se înlocuiască cercul trigonometric cu cercul topografic (fig.1.7.).

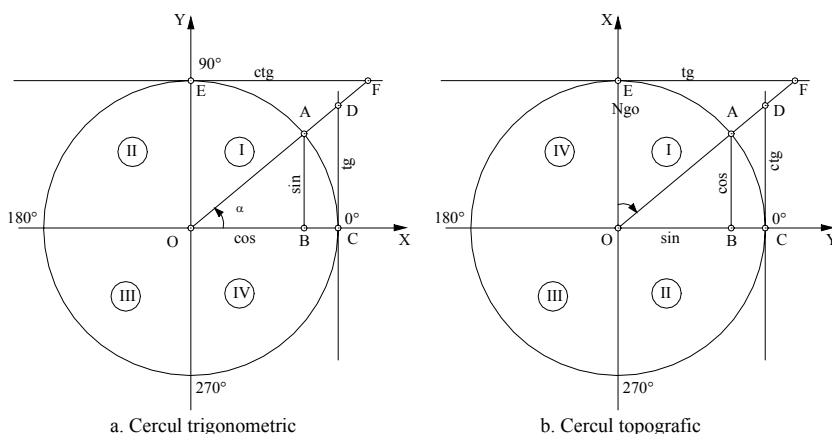


Fig.1.7- Cercul trigonometric și cercul topografic

În cazul cercului topografic (fig.1.7.b), se consideră ca origine de măsurare a orientărilor direcția nordului geografic a punctului central al proiecției stereografice – 1970, iar sensul de măsurare și de notare a cadranelor (I, II, III, IV) se face în sensul direct al acelor unui ceasornic. Se menționează că, legile trigonometriei sunt valabile și în cazul cercului topografic, utilizat în calcule topografice.

Pentru **determinarea poziției unui punct B**, în cadrul sistemului general de axe de coordonate al proiecției stereografice – 1970, se consideră cunoscute coordonatele absolute ale **punctului A** (X_A , Y_A) și coordonatele polare ale **punctului B** (θ_{AB} și do_{AB}), (fig.1.8.).

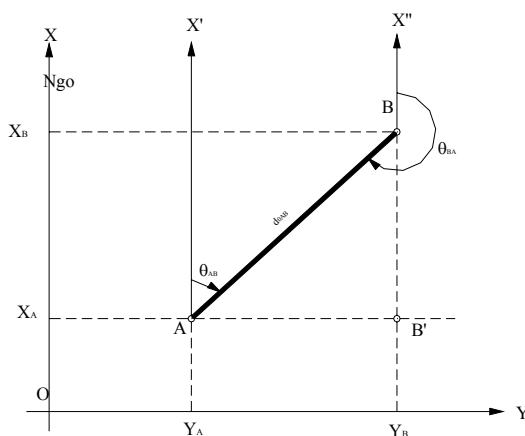


Fig.1.8- Calculul coordonatelor plane (X,Y), în sistemul general de axe

În topografie, această problemă mai poartă denumirea și de “**problemă directă**”, care se rezolvă, după cum urmează:

- Se exprimă, în funcție de coordonatele polare ale punctului B, măsurate în teren (θ_{AB} și do_{AB}), în raport cu punctul A, coordonatele rectangulare relative ΔX_{AB} și ΔY_{AB} pe cale trigonometrică:

$$\Delta X_{AB} = do_{AB} \cdot \cos \theta_{AB}$$

$$\Delta Y_{AB} = do_{AB} \cdot \sin \theta_{AB}$$

unde: do_{AB} – distanța redusă la orizont dintre **punctele A și B**;

θ_{AB} - orientarea directă a **direcției AB**.

- Se determină coordonatele rectangulare absolute ale punctului nou (B), cu ajutorul coordonatelor absolute ale punctului cunoscut A(X_A ; Y_A) și a coordonatelor relative (ΔX_{AB} și ΔY_{AB}), care leagă cele două puncte:

$$X_B = X_A + \Delta X_{AB} \text{ și } Y_B = Y_A + \Delta Y_{AB}$$

• Din punct de vedere practic, coordonatele rectangulare relative (ΔX și ΔY) au atât valori pozitive, cât și valori negative, funcție de **orientarea** direcției considerate, care poate fi situată în oricare din cele **patru cadrane** (I, II, III și IV) ale cercului topografic.

1.5.4. CALCULUL COORDONATELOR POLARE (θ, d_0)

În operațiile topografice, se calculează și **coordoanatele polare** (θ, d_0), în funcție de coordonatele rectangulare absolute (X, Y) ale punctelor considerate, fiind denumită și “**problema inversă**”.

a. Calculul orientării direcției AB

➤ Se consideră ca fiind cunoscute coordonatele rectangulare absolute ale punctelor $A(X_A; Y_A)$ și $B(X_B; Y_B)$, cu ajutorul cărora se calculează coordonatele relative ΔX_{AB} și ΔY_{AB} (fig.1.8.), cu relațiile:

$$\Delta X_{AB} = X_B - X_A \quad \text{și} \quad \Delta Y_{AB} = Y_B - Y_A$$

➤ Se determină **orientarea direcției AB** (θ_{AB}), considerându-se triunghiul dreptunghic plan $AB'B$, în care se exprimă funcția trigonometrică $\text{tg}\theta_{AB}$ pentru cazul când $\Delta Y < \Delta X$ și $\text{ctg}\theta_{AB}$, atunci când $\Delta X < \Delta Y$, cu formulele:

$$\text{tg}\theta_{AB} = \frac{\Delta Y_{AB}}{\Delta X_{AB}} = \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A} \quad \text{sau} \quad \text{ctg}\theta_{AB} = \frac{\Delta X_{AB}}{\Delta Y_{AB}} = \frac{X_B - X_A}{Y_B - Y_A}$$

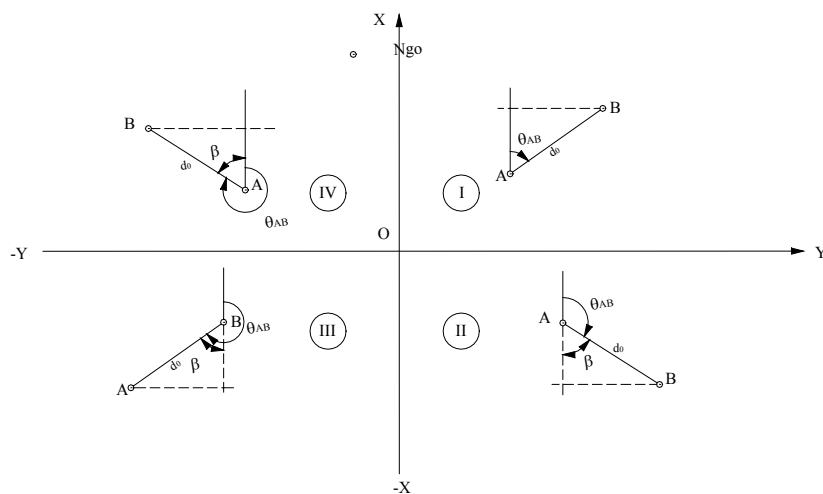
de unde se obține: $\theta_{AB}^g = \arctg \frac{\Delta Y_{AB}}{\Delta X_{AB}}$ și $\theta_{AB}^g = \text{arcc tg} \frac{\Delta X_{AB}}{\Delta Y_{AB}}$.

➤ La extragerea din calculator a valorii unghiulare (θ_{AB}^g), se obține, mai întâi, valoarea unghiului de calcul redus la primul cadran, care poate fi: β_I ; β_{II} ; β_{III} și β_{IV} , fiind în funcție de situarea orientării (θ_{AB}) în unul din cele patru cadrane ale cercului topografic, din cadrul sistemului general de axe de coordonate ale proiecției stereografice – 1970 (fig.1.9.).

➤ Valoarea **orientării direcției AB** din cele patru cadrane ale cercului topografic, în funcție de mărimea unghiului de calcul β_I ; β_{II} ; β_{III} și β_{IV} , unde indicele I, II, III și IV, arată cadranul în care se află direcția considerată, se obține pe baza următoarelor relații de calcul (tab.1.1.):

- cadranul I NE (β_I) $\Rightarrow \theta_{AB} = \beta_I$;
- cadranul II SE (β_{II}) $\Rightarrow \theta_{AB} = 200^g - \beta_{II}$;
- cadranul III SV (β_{III}) $\Rightarrow \theta_{AB} = 200^g + \beta_{III}$;

- cadranul IV NV (β_{IV}) $\Rightarrow \theta_{AB} = 400^g - \beta_{IV}$.

Fig.1.9- Calculul coordonatelor polare (θ , d_0), în sistemul general de axe

Tabelul 1.1.

Stabilirea cadranelui și calculul orientării

Coordonate relative		Cadrant topografic	Determinarea unghiului de calcul din cele patru cadrane topografice		Orientarea direcției
ΔX	ΔY		$ \pm \Delta X > \pm \Delta Y $	$ \pm \Delta X < \pm \Delta Y $	θ
$+\Delta X$	$+\Delta Y$	I	$\text{tg} \beta_i = \frac{ \pm \Delta Y }{ \pm \Delta X }$ $\beta_i = \text{arctg} \pm \Delta Y / \pm \Delta X $ $i = I, II, III, IV$	$\text{ctg} \beta_i = \frac{ \pm \Delta X }{ \pm \Delta Y }$ $\beta_i = \text{arc ctg} \pm \Delta X / \pm \Delta Y $ $i = I, II, III, IV$	$\theta_{AB} = \beta_I$
$-\Delta X$	$+\Delta Y$	II			$\theta_{AB} = 200^g - \beta_{II}$
$-\Delta X$	$-\Delta Y$	III			$\theta_{AB} = 200^g + \beta_{III}$
$+\Delta X$	$-\Delta Y$	IV			$\theta_{AB} = 400^g - \beta_{IV}$

b. Calculul distanței orizontale (d_{0AB})

Pentru calculul distanței orizontale dintre cele două puncte A și B, se aplică relațiile de mai jos:

$$d_{0AB} = \frac{\Delta Y_{AB}}{\sin \theta_{AB}} = \frac{\Delta X_{AB}}{\cos \theta_{AB}}.$$

În cazul când se calculează **orientarea direcției AB**, se recomandă folosirea formulelor care utilizează **funcțiile trigonometrice sin și cos**, deoarece egalitatea celor două mărimi d_{0AB} reprezintă un control de calcul al orientării θ_{AB} . Dacă se cere numai mărimea distanței orizontale d_{0AB} se folosește formula de calcul:

$$d_{0AB} = \sqrt{\Delta X_{AB}^2 + \Delta Y_{AB}^2}.$$

1.6. HĂRȚI ȘI PLANURI TOPOGRAFICE

Hărțile și planurile topografice sunt reprezentări grafice convenționale, pe care se prezintă elemente de planimetrie și de relief ale suprafeței terestre, în mod generalizat sau detaliat, funcție de scara de redactare și de alte criterii.

1.6.1. DEFINIȚII ȘI CARACTERISTICI ALE HĂRȚILOR ȘI PLANURILOR

- **Harta topografică** este reprezentarea grafică convențională a unei suprafețe terestre mari, care ține seama de forma curbă a Pământului, pe baza folosirii unei proiecții cartografice. Din punct de vedere al conținutului, hărțile topografice redau în mod generalizat detaliile planimetrice și nivelitice ale suprafeței topografice, prin diferite semne convenționale. Hărțile se întocmesc la scări mai mici de 1:20 000. Se menționează că numărul scărilor folosite pentru reprezentarea unei porțiuni din suprafața terestră poate fi nelimitat, dar dintre acestea se utilizează numai **scările de bază**: 1:25 000; 1:50 000; 1:100 000; 1:200 000; 1:500 000 și 1:1 000 000 la care se adăugă și planurile directoare militare, la scara 1: 20 000.

- **Planul topografic** este reprezentarea grafică convențională a unei suprafețe de teren mai restrânse, care se întocmește la **scări mai mari** sau **egale** cu **1:10000**, unde proiectarea punctelor de pe suprafața terestră se face ortogonal, iar efectul de curbura al Pământului se neglijează. Pe planurile topografice **întocmite la scările: 1:500; 1:1 000; 1:2 000; 1:5 000 și 1:10 000** se reprezintă în mod fidel forma geometrică și dimensiunile elementelor de planimetrie, precum și relieful terenului.

1.6.2. CLASIFICAREA HĂRȚILOR ȘI PLANURILOR

În funcție de scară se definesc următoarele grupe de hărți și planuri:

A. Hărți la scări mici, se redactează la scări mai mici sau egale cu 1:1 000 000.

B. Hărți la scări medii, se redactează la scările: 1:50 000; 1:100 000; 1:200 000 și 1:500 000.

C. Hărți la scări mari, se redactează la scările 1:25 000 și 1:20 000.

D. Planuri topografice de bază, la scările 1:10 000 și 1:5 000.

E. Planuri topo-cadastrale de bază, la scările 1:10 000; 1:5 000 și 1:2 000.

F. Planuri topografice de situație, la scările 1:2 000 sau 1:1 000.

G. Planuri topografice urbane, la scările 1:1 000 și 1:500.

H. Planuri de detaliu la scările 1:200; 1:100 și 1:50.

1.7. SCĂRI TOPOGRAFICE

Lungimile măsurate pe teren, reduse la orizont, se reprezintă pe hărți și planuri prin reducerea lor de un număr de ori.

Scara topografică este raportul constant dintre o distanță măsurată pe hartă sau pe plan și corespondența distanței orizontale din teren, ambele fiind exprimate în aceeași unitate de măsură. Din punct de vedere practic, se folosesc două feluri de scări: numerice și grafice.

1.7.1. SCĂRI NUMERICE

Scara numerică se exprimă sub forma unei fracții ordinare ($1/N$) sau sub forma unei împărțiri ($1 : N$). La scările de micșorare folosite în topografie, numărătorul este întotdeauna egal cu o unitate (unu), iar numitorul (N) este un număr întreg și pozitiv, care arată de câte ori distanțele orizontale din teren sunt mai mari decât distanțele corespunzătoare, reprezentate pe harta sau planul respectiv. Cu alte cuvinte, numitorul scării (N) indică de câte ori s-au micșorat lungimile din teren pentru a fi transpuse pe plan sau hartă. Dacă numitorul scării (N) este mic, scara planului este mare și invers.

Scările numerice folosite la redactarea hărților și planurilor topografice, se obțin din următoarele fracții:

$$\frac{1}{10^n}; \frac{1}{2 \times 10^n}; \frac{1}{2.5 \times 10^n}; \frac{1}{5 \times 10^n}$$

în care n este un număr întreg și pozitiv.

În Ardeal, Banat și Bucovina, în cadastrul agricol se mai folosesc și planurile cadastrale vechi, întocmite la scările $1: 1\ 440$, $1: 2\ 880$; $1: 7\ 200$, corespunzătoare unor rapoarte diferite dintre unitățile de măsură vechi folosite pe teren și pe planuri înainte de anul 1919 în aceste provincii.

În agricultură, horticultură și cadastrul agricol se folosesc planuri topo-cadastrale la scările $1: 10\ 000$; $1: 5\ 000$; $1: 2\ 000$, iar pentru proiectarea unor ferme mici, plantații, parcuri sau construcții agricole se utilizează planuri la scările $1: 1\ 000$; $1: 500$.

Formula generală a scării este dată de proporția: $\frac{d}{D} = \frac{1}{N}$

în care: d - distanța de pe plan sau hartă;

D - distanța corespunzătoare de pe teren, redusă la orizont;

N – numitorul scării numerice

Conform legii proporțiilor, se poate calcula unul din termeni, dacă se cunosc ceilalți doi, astfel:

$$d = D/N, \quad D = d \times N, \quad N = D/d.$$

Spre exemplu, unei distanțe din teren $D = 150$ m, pe un plan la scara $1/5000$ îi corespunde $d = 150/5 = 30$ mm, iar unei distanțe grafice $d = 62$ mm de pe o hartă la scara $1 : 200\,000$ îi corespunde în teren o distanță $D = 62 \times 200 = 12\,400$ m = 12,4 km.

1.7.2. SCĂRI GRAFICE

Scara grafică este o reprezentare grafică a scării numerice care după modul cum se obține construcția grafică este de trei tipuri.

a. Scara grafică simplă fără talon se reprezintă sub forma unei linii divizate în intervale egale, numerotate progresiv începând de la zero, în sensul de la stânga



Fig.1.10- Scara grafica simpla

la dreapta (fig.1.10).

Valoarea unei diviziuni numită bază sau modulul scării, corespunde cu mărimea acelei distanțe de pe teren, redusă la orizont. Se recomandă ca lungimea în centimetri a unui interval corespunzător bazei din teren, să se calculeze prin împărțirea a 10 cm la primele cifre ale numitorului scării, adică la 10; 5; 2.5 sau 2.

Precizia scării grafice simple fără talon este redusă deoarece valorile mai mici decât modulul respectiv se iau în mod aproximativ.

b. Scara grafică simplă cu talon reprezintă o scară grafică simplă la care în stânga originii, se construiește talonul, adică încă un interval (modul), împărțit într-un număr de diviziuni corespunzător preciziei cerute, iar în continuare se construiește scara propriu-zisă, în funcție de scara numerică și de baza scării.

De exemplu pentru scara numerică $1: 5\,000$ și pentru baza scării 100 m teren = 2 cm plan se realizează construcția grafică care cuprinde talonul din stânga diviziunii zero, format din 10 diviziuni de câte 2 mm lungime grafică și scara propriu-zisă, din dreapta diviziunii zero, formată din 5 diviziuni de câte 2 cm.

Precizia scării grafice este dată de relația: $P = M/t$ unde:

P – precizia scării (m), care reprezintă 1:10 din valoarea bazei;

M – modulul sau baza scării, în (m);

t – numărul diviziunilor de pe talonul scării.

Pentru determinarea unei distanțe dintre două puncte de pe planul la scara 1: 5 000, se ia cu ajutorul unui distanțier distanța respectivă de pe plan și se așează pe scara grafică simplă cu un braț al distanțierului într-un punct al bazei (500 m), iar celălalt braț să se găsească pe talon (90 m). În cazul considerat se citește o distanță: D = 590 m (fig.1.11).

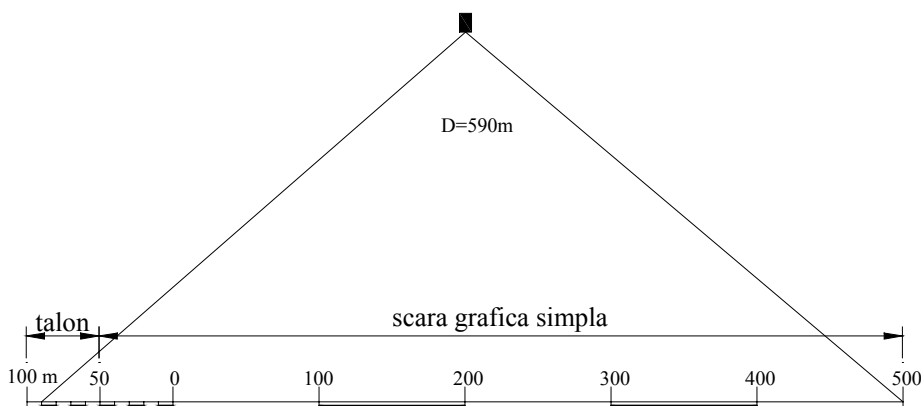


Fig.1.11- Scara grafica simpla cu talon

c. Scara grafică transversală sau compusă, derivă din scara grafică simplă cu talon, în urma completării acesteia cu 10 linii paralele echidistante. Diviziunile bazei numerice se trasează prin linii drepte verticale și paralele între ele, iar linia orizontală de jos, notată cu zero și linia orizontală de sus, notată cu 10, corespunzătoare talonului, se împart în câte 10 diviziuni egale, ce se unesc cu linii oblice.

1.8. NOȚIUNI ASUPRA MĂSURĂRILOR ȘI ERORILOR

Ridicările topografice se bazează pe măsurători de mărimi liniare, unghiulare și de suprafețe. **Operația de măsurare** reprezintă un proces experimental de obținere a unei informații sub forma unui raport numeric dintre valoarea mărimii fizice măsurate, denumită “măsurand” (Q) sau (M) și valoarea unei alte mărimi (q) sau (m), considerată drept unitate de măsură, fiind dată de

$$\text{relația: } n = \frac{Q}{q} \text{ sau } n = \frac{M}{m}.$$

1.8.1. CLASIFICAREA MĂSURĂRILOR TOPOGRAFICE

➤ În funcție de **modul de prezentare a măsurărilor** efectuate asupra unei mărimi, se deosebesc:

- **măsurări directe**, în cazul când mărimea fizică măsurată (lungime, suprafață), se compară direct cu unitatea de măsură;

- **măsurări indirecte**, în cazul când măsurătorile efectuate contribuie la determinarea altor mărimi, care nu se măsoară direct, fiind legate de cele măsurate direct prin relații matematice;

- **măsurări condiționate**, reprezintă măsurătorile directe legate prin anumite relații de condiție, de exemplu, suma unghiurilor măsurate direct într-un triunghi plan trebuie să fie egală cu 200^g sau 180^0 .

➤ În funcție de **condițiile de executare a măsurărilor** se disting:

- **Măsurări de aceeași precizie**, în cazul când măsurătorile sunt efectuate de același operator, care utilizează aceleași instrumente și metode și aceleași condiții de mediu, fiind considerate de aceeași încredere.

- **Măsurări de precizie diferită (ponderate)** sunt atunci când unul din factorii enumerați mai sus diferă, iar în acest caz rezultatele nu se mai bucură de aceeași încredere.

1.8.2. DEFINIȚII ȘI CLASIFICAREA ERORILOR ÎN TOPOGRAFIE

a. Definiții generale asupra erorilor

- Prin **eroare** se înțelege, diferența algebrică, pozitivă sau negativă, dintre valoarea unei mărimi rezultate din măsurare și o valoare de referință, de precizie superioară primei valori.

- Prin **eroare adevărată**, se înțelege eroarea, la care valoarea de referință este mărimea adevărată. Eroarea adevărată este o noțiune teoretică, deoarece necunoscându-se valoarea adevărată a mărimii măsurate nu se va putea cunoaște nici eroarea adevărată.

- În **practica măsurărilor**, se obține, în mod obișnuit, o valoare apropiată de valoarea adevărată a unei mărimi, iar gradul de apropiere dintre acestea

exprimă **precizia măsurării**. În locul **valorii adevărate** a unei mărimi s-a introdus noțiunea de **valoare cea mai probabilă**, fiind considerată valoarea mărimii pentru care suma pătratelor este minimă. Deoarece eroarea adevărată reprezintă o noțiune teoretică, s-a înlocuit cu eroarea aparentă sau reziduală.

Pentru exemplificare, să considerăm că, asupra unei mărimi s-au executat “n” măsurări directe de aceeași precizie și s-a obținut următorul șir de valori individuale: $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$

Din punct de vedere teoretic, nu se cunoaște mărimea adevărată, dar se poate determina **valoarea cea mai probabilă** a acestei mărimi, adică **media aritmetică** a șirului de valori individuale:

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} = \frac{[x_i]}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

În funcție de valoarea cea mai probabilă ($\bar{X}$), se calculează erorile aparente $v_1, v_2, \dots, v_n$, cu ajutorul relațiilor:

$$\begin{aligned} \pm v_1 &= (x_1 - \bar{X}) \\ \pm v_2 &= (x_2 - \bar{X}) \\ &\dots\dots\dots \\ \pm v_n &= (x_n - \bar{X}) \end{aligned}$$

- Prin **eroare aparentă** se înțelege diferența algebrică, pozitivă sau negativă, dintre valoarea unei mărimi rezultate din procesul de măsurare și valoarea cea mai probabilă a acelei mărimi.

- **Ecartul (Δ)** este diferența dintre două valori oarecare din șirul de măsurători: $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$, efectuate asupra aceleși mărimi.

- **Ecartul maxim ($\Delta_{\max}$)** reprezintă diferența dintre valoarea maximă și valoarea minimă a șirului de valori obținute: $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$.

- **Toleranța (T)** este ecartul maxim admisibil pentru o eroare, fiind stabilit prin normele tehnice de execuție a măsurătorilor topografice și de acceptare a rezultatului unei măsurări.

- **Corecția totală (C)** reprezintă mărimea egală și de semn contrar cu eroarea de măsurare ($C = -E$).

b. Clasificarea erorilor de măsurare

➤ După **mărime**, erorile se clasifică în următoarele trei categorii:

- **Erori grosolane (greșeli)** sunt erorile care depășesc toleranța, unde: $(\Delta > T)$ și $(\Delta_{\max} > T)$ și care denaturează rezultatele măsurării, fiind eliminate din calculul valorii celei mai probabile, iar uneori prin repetarea procesului de măsurare;

- **Erori sistematice** sunt erorile de valori mici cu acțiune unilaterală și efect cumulatoriu, care îndeplinesc condițiile: $\Delta \leq T$ și $\Delta_{\max} \leq T$. Din punct de vedere practic, se cunoaște efectul erorilor sistematice asupra măsurărilor și se elimină prin corecțiile ce se aplică sau prin adoptarea de metode speciale.

- **Erori aleatorii sau aparente** sunt erorile de valori mici și semne diferite, care se produc datorită unor cauze întâmplătoare și care nu pot fi eliminate decât parțial, prin perfecționarea aparatelor și metodelor.

➤ După **modul de exprimare matematică**, se deosebesc următoarele erori, ce se definesc, după cum urmează:

- **Eroarea absolută (E)** sau eroarea propriu-zisă, care exprimă diferența algebrică dintre valoarea unei măsurări (x_i) a șirului:

$$x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$$

și valoarea cea mai probabilă $(\bar{X})$, dată de relația:

$$\pm E_i = (x_i - \bar{X}).$$

De exemplu: rezultatul unei măsurători este de 324,521 m, iar valoarea convențională adevărată a măsurandului este de 324,639 m, de unde se obține:

$$E = 324,521 - 324,639 = -0,118 \text{ m}.$$

- **Eroarea relativă (E_r)** este raportul dintre eroarea absolută (E) și valoarea cea mai probabilă a mărimii $(\bar{X})$, stabilită de relația: $E_r = E / \bar{X}$.

De exemplu, pe baza datelor de mai sus rezultă:

$$E_r = -0,118 / 324,639 = -0,0004$$

- **Eroarea raportată (E_R)** reprezintă raportul dintre eroarea absolută și o anumită valoare stabilită prin anumite specificații, din care, se menționează: intervalul de măsurare și limita superioară a intervalului.

ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

 Enumerați și descrieți ramurile științei măsurătorilor terestre.

 Definiți unitățile de măsură pentru lungimi, suprafețe și unghiuri.

-  Care sunt elementele topografice ale terenului
-  Caracterizați sistemul oficial general și local de axe de coordonate rectangulare plane.
-  Ce este cercul trigonometric și cercul topografic
-  Descrieți modul de calcul al coordonatelor rectangulare plane (X , Y), în sistemul oficial general de axe, funcție de coordonatele polare (θ , d_o).
-  Descrieți modul de calcul al coordonatelor polare plane (θ , d_o), în sistemul oficial general de axe, funcție de coordonatele rectangulare plane (X, Y).
-  Definiți principalele caracteristici ale hărților și planurilor topografice.
-  Care sunt scările numerice standard folosite la întocmirea și redactarea hărților și planurilor topografice
-  Prezentați modul de construcție a unei scări grafice simple, în funcție de scara numerică și de baza scării.
-  Cum se clasifică măsurările terestre după modul de prezentare a măsurărilor și după condițiile de executare a măsurărilor.
-  Definiți și clasificați erorile de măsurare în ridicările topografice.

CAPITOLUL 2

PLANIMETRIA

2.1. GENERALITĂȚI

Planimetria este partea topografiei care se ocupă cu studiul aparatelor, instrumentelor și metodelor folosite pentru determinarea poziției în plan a punctelor caracteristice ale detaliilor topografice:

- Din punct de vedere principal ridicarea planimetrică a *punctelor de detaliu* trebuie să se sprijine pe o rețea de puncte, determinate anterior, numită *rețeaua punctelor de triangulație geodezică*, iar în lipsa acesteia, se va realiza mai întâi o *rețea de sprijin locală*, numită *rețea de triangulație topografică locală*.

- Punctele vechi din rețeaua de sprijin și cele noi determinate prin metode topografice, se folosesc pentru ridicarea de noi puncte. Orice operație de măsurare va face legătura dintre punctele cunoscute (vechi) și punctele ce urmează a se determina (noi).

- Deoarece planul topografic este o proiecție ortogonală, distanțele măsurate în teren trebuie reduse la orizont.

2.2. MARCAREA ȘI SEMNALIZAREA PUNCTELOR

Toate punctele rețelei de sprijin și de ridicare, precum și cele noi de îndesire trebuie să fie marcate și semnalizate pe teren, în funcție de care să se efectueze măsurătorile necesare determinării punctelor.

2.2.1. MARCAREA PUNCTELOR TOPOGRAFICE

Prin *marcarea punctelor* se înțelege materializarea lor pe teren, în vederea determinării poziției lor planimetrice și a altor puncte, precum și a stabilirii legăturii dintre plan și teren. Punctele topografice se marchează în mod *provizoriu* sau *definitiv*, în funcție de importanța lor și de natura rețelei de sprijin.

a. Marcarea provizorie sau temporară

Se aplică în cazul punctelor de drumuire care se execută în extravilane și în intravilane. Dintre mijloacele de marcă provizorie a punctelor topografice, se menționează: țărui din lemn, picheți din fier, borne din beton de format mic, etc..

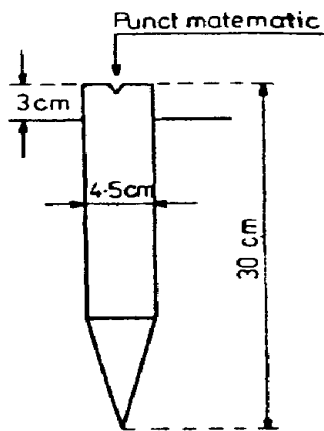


Fig.2.1 Tăruși din lemn

- **Tărușii din lemn**, se confecționează din lemn de esență tare (stejar, carpen, ulm) cu lungimea de 20-40 cm, în secțiune rotundă ($\phi=5\div 8\text{cm}$) sau pătrată, având un capăt ascuțit, iar celălalt capăt, o teșitură, unde se înscrie numărul topografic (fig.2.1).

b. Marcarea permanentă sau definitivă

Se aplică în cazul punctelor de triangulație ce se marchează la sol cu **borne** confecționate din beton, beton armat sau piatră cioplită, în formă de trunchi de piramidă cu secțiune pătrată. Dimensiunile bornelor din beton armat sunt reglementate prin diferite STAS-uri, după cum urmează:

- *pentru triangulație geodezică de ordinul I, II, III, IV* se folosesc borne cu dimensiunile de $17 \times 23 \times 80 \text{ cm}$;

- *pentru triangulație topografică de ordinul V* se folosesc **borne** cu dimensiunile de $15 \times 20 \times 70 \text{ cm}$ pentru terenuri cu *sol obișnuit* și de $20 \times 30 \times 30 \text{ cm}$ pentru terenuri cu *sol din pietriș*.

La partea superioară a bornei se încastrează mărci sau buloane din metal, care materializează punctul matematic la sol.

Operația de bornare cuprinde și marcarea punctului la *subsol*, ce se execută cu dale de beton sau cărămidă, în care se încastrează *mărci de fontă* sau se gravează repere (fig.2.2.).

La bornarea punctelor trebuie să fie îndeplinite următoarele condiții:

- axa de simetrie a bornei și a dalei din subsol trebuie să coincidă cu verticala locului;
- reperul de la sol și cel de la subsol trebuie să fie pe aceeași verticală, neadmițându-se o abatere mai mare de 1 cm;
- între marca de la subsol și bornă se așează un strat semnalizator, cu o grosime de 3-5 cm, din cărămidă sfărâmată, care are rolul de a atenționa apropierea de dala de la subsol.

Pentru *fiecare punct bornat* se întocmește o **schită** și descrierea topografică, care va cuprinde: numărul sau denumirea punctului, trapezul la scara 1: 10 000, modul de materializare, indicații orientative și altele.

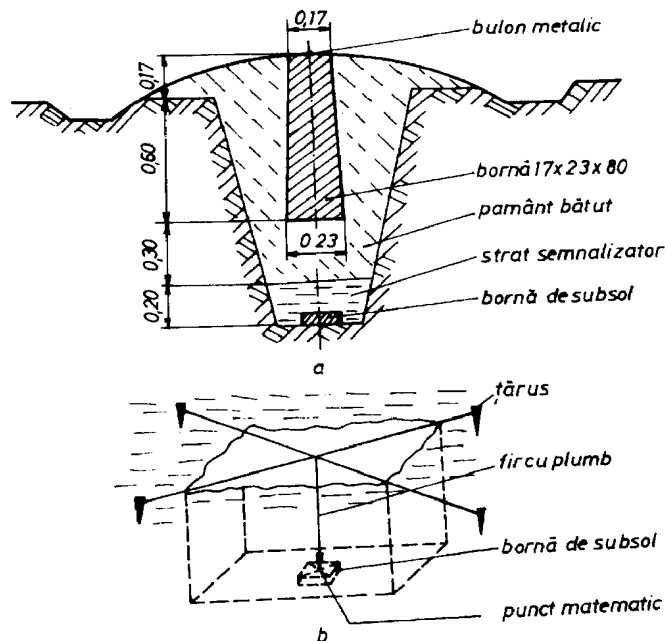


Fig.2.2 Bornarea punctelor

2.2.2. SEMNALIZAREA PUNCTELOR TOPOGRAFICE

Prin operația de semnalizare se asigură identificarea și vizarea de la distanță mare a verticalei punctului matematic marcat la sol. Semnalizarea este necesară în diferite ridicări și trasări topografice, din care, menționăm: aliniamente; măsurarea unghiurilor și trasarea construcțiilor.

a. Semnalizarea provizorie sau temporară

În cazul punctelor de drumuire sau de radiere se folosesc semnale portabile, pe o durată de timp relativ scurtă: jaloane, iar uneori mire topografice, sau alte semnale.

- *Jalonul* este confecționat din lemn ușor (brad, molid sau tei), cu lungimea de 2 m, grosimea de 3 ... 4 cm și secțiune octogonală, hexagonală și uneori triunghiulară (fig.2.3).

La un capăt este prevăzut cu sabot metalic care asigură înfigerea și fixarea jalonului prin apăsare și rotire în teren, iar în cazul localităților verticalizarea se face cu ajutorul unor trepiede metalice sau este ținut vertical deasupra punctului topografic cu mâna de către operator. Pentru a fi vizibil și ușor de identificat jalonul este vopsit alternativ, în alb și roșu, pe sectoare de 20 cm.

- *Mira topografică* este utilizată, ca semnal portabil, în vederea observării unor puncte topografice.

b. Semnalizarea permanentă

Punctele topografice din rețeaua de triangulație geodezică și topografică, iar uneori și din rețeaua de ridicare sunt semnalizate cu ajutorul balizelor, piramidelor la sol și a piramidelor cu poduri, construite din lemn și mai rar din metal, cu forme și înălțimi diferite.

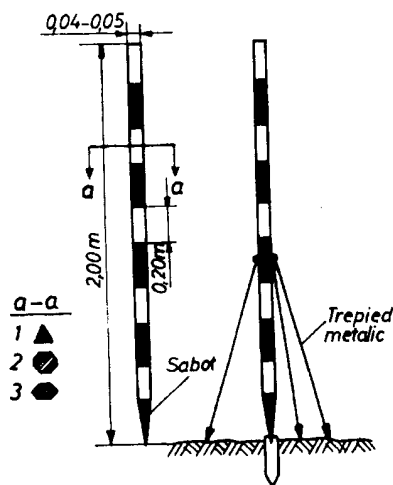


Fig.2.3 Jaloane topografice

Tipul de semnal ce urmează să fie construit se alege în funcție de înălțimea necesară și de distanța de la care trebuie vizat.

📖 ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

- 📖 Enumerați mijloacele de marcăre provizorie și definitivă a punctelor topografice.
- 📖 Enumerați mijloacele de semnalizare provizorie și definitivă a punctelor topografice

2.3. MĂSURAREA UNGHIURILOR

Pentru determinarea poziției în spațiu a punctelor caracteristice de pe suprafața topografică, se impune măsurarea unghiurilor orizontale formate de aliniamente și a unghiurilor verticale formate de fiecare aliniament cu orizontala locului sau cu verticala locului la geoid.

- *Unghiurile orizontale* se folosesc la determinarea poziției planimetrice a punctelor topografice, prin coordonatele rectangulare.

- *Unghiurile verticale* se folosesc la determinarea poziției altimetrice a punctelor topografice, prin cotele absolute față de un plan de referință și la reducerea distanțelor înclinate la orizont, în vederea efectuării calculelor și a întocmirii planurilor topografice.

2.3.1. INSTRUMENTE ȘI APARATE PENTRU MĂSURAREA UNGHIURILOR

Instrumentele cu ajutorul cărora se măsoară unghiurile orizontale și verticale poartă denumirea generală de „**goniometre**”, iar cele folosite în geodezie și topografie se numesc **teodolite și tahimetre**.

- **Teodolitul** este un aparat care se folosește numai la măsurarea valorilor unghiulare ale direcțiilor orizontale între două sau mai multe puncte din teren, precum și a înclinării unghiulare a acestor direcții cu precizie mare ($2'' \dots 10''$) și foarte mare ($0, 2'' \dots 2''$).

Teodolitele sunt utilizate în lucrările de determinare a rețelelor geodezice de triangulație, de îndesire a acestor rețele, în trasarea pe teren a proiectelor și la urmărirea comportării construcțiilor, adică în cadrul ridicărilor geodezice și ale topografiei inginerești.

Principalele tipuri de teodolite folosite în mod curent în țara noastră sunt: **Zeiss Theo 010 și 010A; Wild T₂, T₃ și T₄; Kern DKM 3; MOM TE-B1; Elta-Zeiss seria E.**

- **Tahimetrul** este un aparat care se folosește atât la măsurarea unghiurilor orizontale și verticale, dar cu o precizie mai mică ($20'' \dots 1''$), cât și la măsurarea indirectă a distanțelor, pe cale optică. Tahimetrele fiind de o precizie mai mică sunt utilizate în cadrul lucrărilor topografice curente, în care, precizia pe care o asigură este suficientă.

Principalele tipuri de tahimetre, denumite uneori și teodolite-tahimetre, folosite în țara noastră sunt: **Zeiss Theo 030, 020; 020A; 020B; 080; 080A; Wild T 1A; Wild T16; MOM T-D2; Freiburger, Meopta, Salmoyraghi; Zeiss Elta seria E; Rec Elta** cu calculator și înregistrare internă a datelor măsurate pe teren.

După modul de citire al gradațiilor pe cercurile orizontale și verticale, teodolitele și tahimetrele se grupează în două categorii:

a. Teodolite de construcție clasică (de tip vechi), la care cercurile gradate sunt metalice, iar efectuarea citirilor se face cu ajutorul unor lupe sau microscopie fixate în vecinătatea cercurilor;

b. Teodolite moderne (de tip nou), la care cercurile gradate sunt din sticlă, acoperite etanș, iar efectuarea citirilor se face printr-un sistem optic, centralizat în câmpul unui singur microscop, fixat pe lunetă.

c. **Teodolite cu înregistrare fotografică a gradațiilor unghiulare**, din care, se exemplifică teodolitul **Wild T₃**;

d. **Teodolite-tahimetre, cu afișaj electronic**, fără înregistrare internă a unghiurilor și distanțelor: tahimetrul de rutină **Zeiss-Elta 50**; **tahimetrul de precizie Zeiss-Elta 3**;

e. **Teodolite-tahimetre, cu afișaj electronic și înregistrare automată internă a datelor**, pe bandă magnetică, fiind denumite și **stații totale** de măsurare, din care se menționează următoarele tipuri realizate de firma Zeiss-Oberkochen: **Rec Elta 5**; **Rec Elta 15**; **Rec Elta 13 C** și altele.

Cu toată diversitatea tipurilor constructive de teodolite și tahimetre, se consideră că schema generală de construcție și principalele părți componente sunt, în general, aceleași dar cu deosebiri esențiale în ceea ce privește tehnologia de realizare și caracteristicile constructive. În acest sens, se menționează utilizarea tipurilor de teodolite, în lucrările de triangulație, cu puterea de mărire a lunetei de **40 X-60 X**, iar în lucrările topografice-a tipurilor de teodolite și tahimetre, cu puterea de mărire a lunetei de **25 X-30 X**.

2.3.2. SCHEMA DE CONSTRUCȚIE ȘI PĂRȚILE COMPONENTE ALE UNUI TEODOLIT DE TIP CLASIC

Teodolitele și tahimetrele de tip clasic sunt prevăzute cu cercuri gradate din metal și dispozitive de citire a unghiurilor cu vernier, microscop cu tambur și altele, iar cele moderne sunt prevăzute cu cercuri gradate din cristal și dispozitive de citire a unghiurilor formate din microscop cu reper, cu scăriță și altele. În schema de construcție a unui teodolit-tahimetru de tip clasic, se includ următoarele părți componente principale și auxiliare, ce sunt redată în secțiunea schematică din figura 2.4.

1. Ambaza- este o prismă triunghiulară care se sprijină pe 3 șuruburi de calare (15) având rolul de susținere a aparatului și de fixare a acestuia pe măsura trepiedului prin șurubul pompă (16).

2. Limbul sau **cercul orizontal** este un disc metalic al cărui perimetru este argintat și divizat în grade sexagesimale sau centesimale. La teodolitele moderne, este format dintr-un cerc inelar de sticlă, cu diametrul variind între 50 și 250 mm, fixat pe un suport metalic. Pe limb se citesc valorile unghiulare ale direcțiilor orizontale din fiecare punct de stație. Mișcarea limbului poate fi blocată cu

șurubul de blocare a mișcării generale (12) prin intermediul axului metalic vertical cu care face corp comun.

3. Alidada cercului orizontal este un disc metalic, concentric cu limbul, fiind susținut de axul plin ce intră în axul tubular al limbului. Discul alidadei are la extremitatea lui două deschideri diametral opuse unde sunt fixate vernierele sau alte tipuri de citire, a căror estimare se poate face cu ajutorul unor lupe sau microscopie (10). Mișcarea alidadei în plan orizontal se poate bloca prin intermediul șurubului de blocare a mișcării înregistratoare (13).

4. Furcile de susținere a lunetei, sunt două piese metalice, fixate cu un capăt pe alidadă, cu care face corp comun, iar pe capătul superior se sprijină dispozitivul de susținere al axei de rotație a lunetei. Pe una din furci se află șurubul de blocare a mișcării lunetei (14) și cel de mișcare fină, iar pe cealaltă furcă se găsește fixată o nivelă torică numită nivelă zenitală (9), cu ajutorul căreia se orizontalizează indicii **zero** de pe cercul vertical (eclimtru).

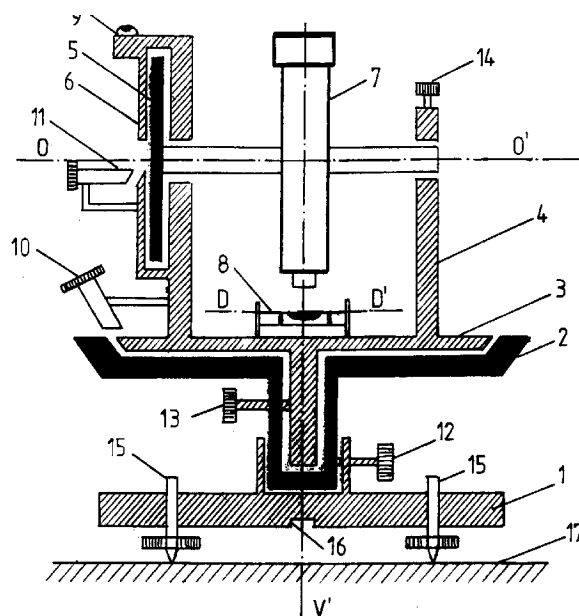


Fig.2.4 Secțiune schematică a unui teodolit tip clasic

1. Ambaza; 2. Limbul sau cercul orizontal; 3. Alidada sau cercul alidad; 4. Furcile de susținere a lunetei; 5. Eclimetrul sau cercul vertical; 6. Alidada cercului vertical; 7. Luneta topografică; 8. Nivele torică de calare orizontală; 9. Nivela zenitală; 10. Lupe sau microscopie pe cercul vertical; 11. Lupe sau microscopie pe cercul vertical; 12. Șurub de blocare a mișcării generale; 13. Șurub de blocare a mișcării lunetei; 14. Șurub de blocare a mișcării lunetei; 15. Șurub de calare sau orizontalizare; 16. Șurub pompă sau de fixare a teodolitului pe măsura trepiedului; 17. Măsura trepiedului

5. Eclimetrul sau cercul vertical, se realizează din același material și este gradat în același sistem sexagesimal sau centesimal ca și limbul. Pentru măsurarea unghiurilor verticale, eclimetrul trebuie să se rotească solidar cu luneta în plan vertical iar linia indicilor de citire trebuie să fie în planul orizontal ($h - h'$). Aducerea indicilor de citire 0-0 în plan orizontal, se realizează prin calarea nivelei zenitale (9) cu ajutorul șurubului de fină calare. Citirea unghiurilor pe eclimetru (5) se face cu ajutorul a două verniere gradate pe cercul alidad vertical (6), prin intermediul a două lupe sau microscopie.

6. Alidada cercului vertical, este un disc metalic, concentric cu eclimetrul prevăzut cu două deschideri diametral opuse pe care s-au gradat vernierele de citire a unghiurilor verticale.

7. Luneta topografică, este un dispozitiv optic care servește la vizarea de la distanță a semnalelor topografice asigurând mărirea și apropierea obiectelor vizate.

8. Nivele de calare, servesc la verticalizarea și orizontalizarea aparatului.

a. Nivela torică este formată dintr-o fiolă de sticlă în forma de tor, închisă ermetic și umplută incomplet cu alcool.

b. Nivela sferică este alcătuită dintr-o fiolă în formă de cilindru, închisă la partea superioară printr-o calotă sferică, pe care se găsesc gradate 1...2 cercuri concentrice. În fiola **umplută cu lichid volatil**, se formează o bulă circulară care este protejată de o carcasă metalică, fiind fixată pe alidada ce servește la orizontalizarea aproximativă a teodolitului la așezarea în punctului de stație.

2.3.3. AXELE ȘI MIȘCĂRILE UNUI TEODOLIT DE TIP CLASIC

În schema de principiu a unui teodolit se disting următoarele trei axe constructive (fig 2.5).

a. Axa principală sau verticală (V-V') este axa ce trece prin centrul limbului, fiind perpendiculară pe acesta $VV' \perp aa'$. În jurul axei VV' se rotește aparatul în plan orizontal (**rotația r_1**). În timpul măsurărilor, axa VV' trebuie să fie verticală, confundându-se cu verticala punctului topografic de stație.

b. Axa secundară sau orizontală (OO') este axa ce trece prin centrul eclimetrului, fiind perpendiculară pe aceasta ($OO' \perp ee'$). În jurul axei orizontale OO', se rotește luneta împreună cu eclimetrul în plan vertical (**rotația r_2**).

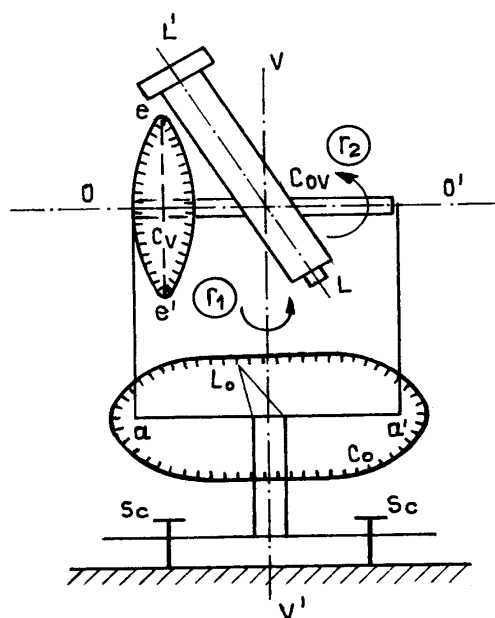


Fig.2.5 Axele și mișcările unui teodolit de tip clasic

c. Axa de vizare a lunetei (LL') este axa ce trece prin centrul optic al obiectivului (C_{OV}) și intersecția firelor reticulare, care permite vizarea riguroasă a punctelor matematice ale semnalelor topografice.

Pe lângă cele **3 axe constructive**, fiecare nivelă torică sau sferică a teodolitului dispune de o axă sau directrice (**DD'**), care prin operația de calare a nivelei va fi adusă într-o poziție orizontală. Condițiile pe care trebuie să le îndeplinească cele trei axe sunt următoarele:

- **axa principală să fie perpendiculară pe axa secundară $VV' \perp OO'$** , pentru ca luneta să se rotească în plan vertical;

- **axa de vizare să fie perpendiculară pe axa secundară** $LL' \perp OO'$, care asigură rotația în plan vertical a lunetei;

- **cele trei axe trebuie să se întâlnească** într-un singur punct numit punctul matematic al aparatului.

Teodolitul dispune de mișcări, în plan orizontal și vertical:

a) Mișcarea în plan orizontal (rotația r_1) este mișcarea aparatului în jurul axei principale VV' unde distingem:

- **mișcarea generală**, când limbul se rotește împreună cu alidada, fiind acționat de un șurub macrometric (12) și un șurub de mișcare fină – micrometric (fig 2.5);

- **mișcarea înregistratoare**, când limbul este fix și se mișcă doar alidada cu dispozitivul de citire, fiind acționat de un șurub macrometric (13) și un șurub micrometric.

b) Mișcarea în plan vertical (rotația r_2), când se mișcă doar luneta împreună cu eclimetrul, în jurul axei secundare (OO'), fiind acționată de un șurub de blocare (14) și un șurub de mișcare fină (fig 2.5).

2.3.4. TIPURI CONSTRUCTIVE DE TEODOLITE CLASICE

În funcție de libertățile de mișcare ale limbului și alidadei, teodolitele se clasifică în următoarele tipuri constructive:

a) Teodolite simple – limbul este fixat pe ambază, putându-se roti numai alidada. Aparatul dispune numai de mișcarea înregistratoare, fapt ce nu permite posibilitatea introducerii unor valori unghiulare pe anumite direcții, fiind de construcție mai veche.

b) Teodolite repetitoare – care dispun atât de mișcarea înregistratoare cât și de mișcarea generală, ceea ce face posibilă fixarea unei anumite valori unghiulare pe limb, pe o direcție dată. Acest tip repetitor este caracteristic teodolitelor de precizie mai mică (tahimetre).

c) Teodolite reiteratoare – sunt teodolitele moderne care dispun numai de mișcări înregistratoare. Introducerea unei valori unghiulare pe o direcție dată, se realizează prin rotirea independentă a limbului cu ajutorul unui șurub reiterator, fără rotirea alidadei. Acest tip reiterator este caracteristic teodolitelor de înaltă precizie.

2.3.5. DISPOZITIVE DE CITIRE A UNGHIURILOR

Cercurile gradate ale teodolitului sunt divizate până la unități de grade sau zeci de minute. Pentru mărirea preciziei de citire a unghiurilor au fost realizate dispozitive de citire, care asigură estimarea precisă a unei fracțiuni din cea mai mică diviziune de pe cercul gradat, până la nivel de minute și secunde.

După principiul de construcție a dispozitivelor de citire distingem:

- **Dispozitive mecanice: vernierul circular;**
- **Dispozitive optice: microscop cu reper; microscop cu scăriță; microscop cu coincidență; microscop cu înregistrare fotografică;**
- **Dispozitive electronice: microscop cu înregistrare internă;**

Dispozitivul de citire se compune din partea optică de observare, care poate fi lupă sau microscop și dispozitivul propriu-zis, care poate fi vernier sau scăriță. Înainte de efectuarea citirilor pe cercurile gradate, trebuie să se determine următoarele elemente:

- modul de gradație a cercului (sexagesimală sau centesimală);
- sensul de înscriere a gradelor (de la stânga la dreapta sau de la dreapta la stânga);
- valoarea celei mai mici diviziuni de pe cercul gradat (D);
- precizia de citire, care se obține cu relația:

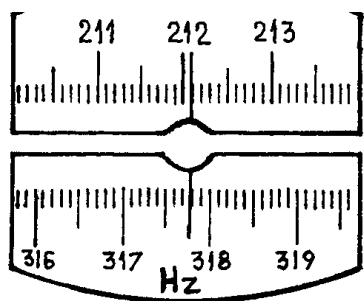
$$p = \frac{D}{n} = \frac{\text{diviziunea cea mai mică de pe cerc}}{\text{numărul diviziunilor de pe dispozitivul de citire}}$$

- citirea pe cercul gradat: $C = P_I + P_{II}$ în care:

P_I - **citirea directă pe cerc**, reprezintă gradele și fracțiunile întregi de grade citite pe cerc, față de indicele zero al dispozitivului de citire;

P_{II} - **citirea prin estimare** reprezintă fracțiunea din cea mai mică diviziune de pe cerc estimată cu ajutorul dispozitivului de citire.

a) Microscopul cu reper este un dispozitiv optic al teodolitelor de precizie mică din seria **Zeiss Theo 120, Theo 080 și Theo 080 A**. Pe o placă de sticlă fixată în câmpul microscopului s-a gravat un **reper r**, a cărui imagine se suprapune peste imaginile diviziunilor cercurilor gradate: limb (Hz) și eclimetru (V), ce apar concomitent în câmpul microscopului montat pe furca aparatului (fig 2.6).



Pentru executarea citirilor se identifică următoarele elemente:

- sistemul de gradație;
- sensul de înscriere a gradelor;
- cea mai mică diviziune de pe cerc;
- precizia de citire pe cercul gradat :

Fig.2.6 Microscopul cu reper

$$p = \frac{D}{n} = \frac{1^g}{10 \text{ div}} = \frac{100^c}{10} = 10^c$$

Citirea pe cercul orizontal sau limb (Hz):

- se citesc gradele din stânga reperului: 317^g ;
- se numără diviziunile întregi până la reper (7 diviziuni), care se înmulțesc cu 10^c , obținându-se, $(7 \text{ diviziuni} \times 10^c)$;
- se determină prima parte a citirii: $P_I = 317^g 70^c 00^{cc}$;
- se determină partea a doua a citirii, prin estimarea cu ochiul liber a fracțiunii de diviziune până la reper: $P_{II} = 8^c 00^{cc}$.
- se calculează **citirea totală**: $C = P_I + P_{II} = 317^g 78^c 00^{cc}$.

Citirea pe cercul vertical sau eclimetrul (V) se face în mod asemănător, obținându-se: $C = P_I + P_{II} = 212^g 09^c 00^{cc}$.

b) Microscopul cu scăriță utilizat în cazul teodolitelor-tahimetre **Zeiss Theo 030; Theo 020; Theo 020A și Wild T6**, se bazează pe următorul principiu constructiv:

- Pe o placă de sticlă, fixată în câmpul microscopului sunt dispuse două scărițe divizate fiecare în 100 părți egale pentru sistemul centezimal și 60 diviziuni pentru sistemul sexagesimal, a căror imagine apare în mod independent în două ferestre corespunzătoare celor două cercuri gradate: limb (Hz) și eclimetru (V) (fig.2.7).

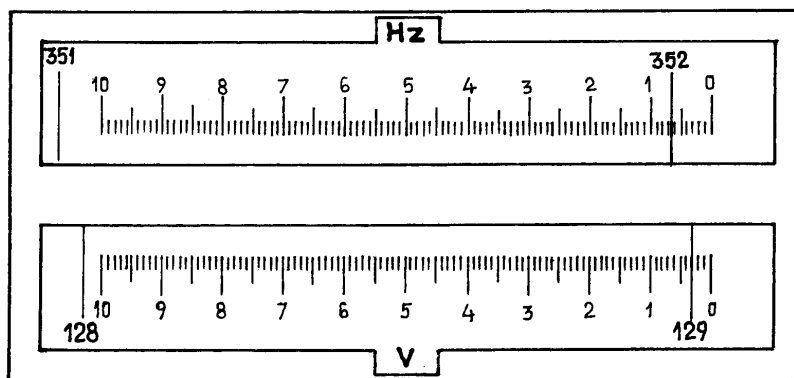


Fig.2.7 Microscopul cu scăriță

• Din punct de vedere practic are loc o **suprapunere** a imaginilor scărițelor, care rămân fixe, cu imaginile diviziunilor limbului (Hz) și eclimetrului (V) care se schimbă. Prin construcție, imaginile scăriței se proiectează exact peste o diviziune de pe cercul gradat.

Precizia scăriței este dată de relația:
$$p = \frac{D}{n} = \frac{100^\circ}{100} = 1^\circ$$

La efectuarea citirii, prima parte (P_I) este reprezentată de valoarea gradului a cărui diviziune se suprapune peste scăriță, iar partea a doua (P_{II}), se obține înmulțind numărul de diviziuni citite pe scăriță cu precizia de 1° , care s-au citit de la zero și până la linia gradului respectiv:

- **pe cercul orizontal sau limb (Hz):**

$$C = P_I + P_{II} = 325^\circ.00' + 6^\circ.50'' = 325^\circ.06'.50''$$

- **pe cercul vertical sau eclimetru (V):**

$$C = P_I + P_{II} = 129^\circ.00' + 3^\circ.00'' = 129^\circ.03'.00''$$

2.3.6. ANEXE ALE TEODOLITELOR CLASICE ȘI MODERNE

Pe lângă părțile componente prezentate anterior, teodolitele, mai dispun de următoarele piese auxiliare:

a) **Trepiedul** constituie stativul aparatului în punctul de stație fiind compus din **trei picioare** de susținere confecționate din lemn, prevăzute cu saboți de metal pentru înfigerea în sol, având **lungimea fixă** la tipurile mai vechi și **culisabilă** la cele noi. La partea superioară a celor trei picioare se găsește **măsuța trepiedului**, pe care se fixează aparatul cu ajutorul șurubului pompă.

b) **Firul cu plumb** constă dintr-o greutate de formă conică suspendată de un fir, care se atâră sub șurubul pompă, servind la **centrarea aparatului în punctul de stație**, marcat prin țărui sau borne.

La unele aparate, firul cu plumb a fost înlocuit de o piesă numită **baston de centrare**, care este compus din **două tuburi metalice ce culisează** unul față de celălalt. **Tubul interior** se prinde la șurubul pompă, iar cel **exterior** se prelungește până la țărui sau bornă, iar **verticalizarea** se face cu o nivelă sferică.

- **Teodolitele moderne de precizie** sunt prevăzute cu un **sistem de centrare optică**, compus dintr-o prismă triunghiulară, o placă pe care este gravat un cerculeț și un ocular. Razele ce trec prin lunetă sunt reflectate de prisma sub un unghi de 100^g . Sistemul **luneta – ocular** este fixat sub ambază, fiind paralelă cu limbul, iar prisma ce reflectă razele de lumină trebuie să corespundă cu axa principală-verticală a teodolitului VV'. În acest moment **cerculețul** se proiectează pe cuiul țăruiului sau pe reperul bornei.

c) **Busola** indică direcția N_m și dă posibilitatea măsurării pe teren a **orientărilor magnetice a direcțiilor vizate**.

În funcție de orientarea magnetică se poate calcula orientarea geografică, dacă se cunoaște unghiul de declinație magnetică.

În cazul teodolitelor moderne, busola a fost înlocuită cu un **declinator**, ce se compune dintr-un **ac magnetic** așezat într-un tub sau într-o cutie dreptunghiulară. Declinatorul și luneta sunt orientate pe direcția N_m atunci când capetele acului vin în coincidență.

2.3.7. AȘEZAREA TEODOLITULUI ÎN PUNCTUL DE STAȚIE

În vederea efectuării măsurătorilor unghiulare și liniare, teodolitul trebuie să fie așezat în punctul topografic de stație, marcat la sol printr-un țărui sau printr-o bornă, care din punct de vedere practic cuprinde următoarele operațiuni:

a. Instalarea teodolitului în punctul de stație cuprinde următoarele faze:

- se **fixează trepiedul** deasupra punctului de stație, la o înălțime corespunzătoare înălțimii operatorului;

- se **scoate teodolitul din cutie** și se fixează cu ajutorul șurubului pompă pe măsura trepiedului;

- se **suspendă firul cu plumb** de cârligul existent în ambază și se aduce în mod aproximativ deasupra punctului de stație.

b. Centrarea teodolitului în stație, se realizează prin următoarele operații:

- se **urmărește din ochi** ca măsura trepiedului să fie aproximativ orizontală și se face o calare provizorie a instrumentului în stație;

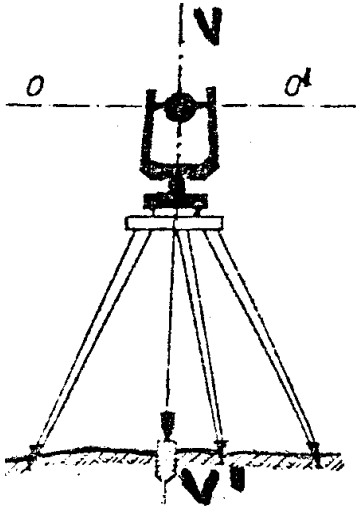


Fig.2.9 Centrarea teodolitului

- se **fixează picioarele trepiedului în sol** prin apăsare pe saboți, verificându-se stabilitatea acestuia și modul de strângere a șuruburilor trepiedului (fig.2.8);

- se **aduce firul cu plumb pe verticala punctului topografic de stație**, reprezentat de centrul țărșului sau de reperul bornei;

- **perfecționarea centrării** se face prin slăbirea șurubului pompă și deplasarea teodolitului pe măsura trepiedului până când se aduce firul cu plumb pe reperul de la sol, după care se strânge din nou șurubul pompă.

c. Calarea teodolitului în stație.

Este operația de verticalizare a axei principale VV, ce se realizează cu nivela torică, fixată pe alidada și cu cele trei șuruburi de calare (fig.2.9), pe baza următoarelor operațiuni:

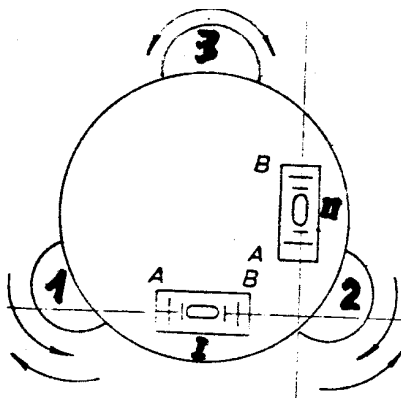


Fig.2.9. Calarea teodolitului

- se **rotește alidada**, până când nivela torică se aduce în poziția I-a, paralelă cu direcția dată de șuruburile 1 și 2;

- se **acționează simultan și în sens invers** de cele două șuruburi 1 și 2, până când bula nivelei este adusă între cele două repere;

- se **rotește alidada cu circa 100°**, aducându-se nivela torică în poziția a II-a, perpendiculară pe poziția I-a;

- se **acționează numai de șurubul de calare 3** și se aduce bula nivelei torice între repere.

Se repetă cele două operații de două-trei ori până când bula nivelei rămâne între repere, în orice poziție de rotire în plan a teodolitului. Dacă bula de aer a nivelei torice nu rămâne între repere, se efectuează operația de rectificare cu jumătate din șurubul de rectificare și jumătate din șuruburile de calare.

2.3.8. VIZAREA SEMNALELOR TOPOGRAFICE

Prin operația de vizare a semnalelor topografice se aduce intersecția firelor reticulare peste imaginea semnalului topografic al punctului vizat din teren, care cuprinde următoarele două faze:

a. Punerea la punct a lunetei, prin care se realizează **claritatea firelor reticulare** în funcție de dioptriile ochiului operatorului:

- se vizează cu luneta spre un **fond deschis** (cer sau perete alb);
- se privește prin ocular și se **rotește** manșonul acestuia, până când firele reticulare se văd distinct și clar;

b. Punerea la punct a imaginii obiectului vizat, cuprinde următoarele operații:

- se îndreaptă luneta în direcția semnalului vizat și cu ajutorul dispozitivului de cătare, fixat pe lunetă, se aduce luneta pe direcția acestuia și se blochează mișcările lunetei în plan orizontal și în plan vertical;
- se privește prin ocularul lunetei și se acționează de manșonul sau șurubul de focusare până când se realizează claritatea imaginii semnalului topografic al punctului vizat.

c. Vizarea semnalului pentru măsurarea unghiurilor orizontale

În funcție de tipul semnalului topografic, se procedează la vizarea acestuia în vederea măsurării unghiurilor orizontale, pe baza efectuării următoarelor operații (fig.2.10.):

- se aduce imaginea semnalului în câmpul lunetei (fig.2.10.a);
- se aduce intersecția firelor reticulare peste imaginea semnalului, folosindu-se șuruburile de fină mișcare a lunetei în plan vertical (fig.2.10.b) și a alidadei cercului orizontal în plan orizontal (fig.2.10.c).

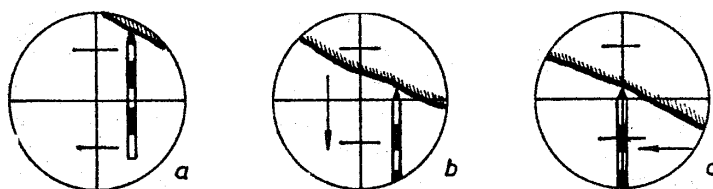


Fig.2.10 Vizarea semnalului topografic (jalon)

Vizarea semnalelor topografice, se face în cazul măsurării unghiurilor orizontale prin aducerea intersecției firelor reticulare pe baza jalonului, a mirei topografice, a reperului balizei topografice sau a unei piramide (fig.2.11).

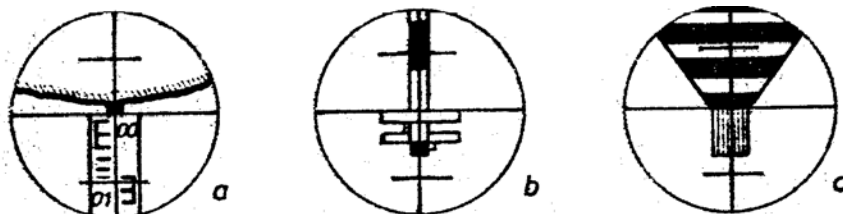


Fig.2.11. Vizarea semnalului topografic pentru unghiuri orizontale

a) pe miră; b) pe baliză; c) pe piramidă

d. Vizarea semnalului pentru măsurarea unghiurilor verticale

În cazul când se măsoară unghiuri verticale de pantă, vizarea semnalului topografic se face cu firul reticular orizontal la o înălțime corespunzătoare înălțimii operatorului din punctul de stație (fig.2.12.a). Pentru alte unghiuri verticale care nu sunt unghiuri de pantă, vizarea se face cu firul reticular orizontal la înălțimea semnalului topografic redată în figura 2.12.b., pentru o turlă de biserică și în figura 2.12.c, pe piramidă.

Din punct de vedere practic vizarea unui semnal topografic se face cu o singură poziție a lunetei sau cu ambele poziții, iar corespunzător fiecărei vizări, se efectuează citirea valorilor unghiulare pe cercul orizontal și pe cercul vertical.

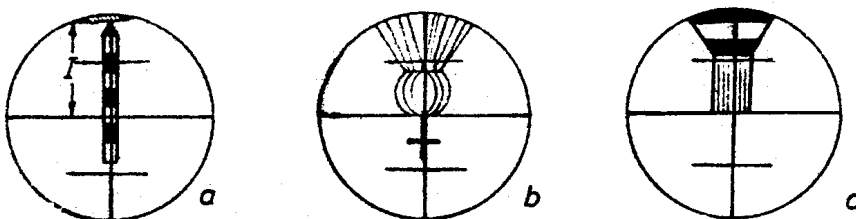


Fig.2.12. Vizarea semnalului topografic pentru unghiuri verticale

a) pe miră; b) pe baliză; c) pe piramidă

2.3.9. METODE DE MĂSURARE A UNGHIURILOR ORIZONTALE

Unghiurile orizontale se măsoară în funcție de precizia lucrărilor topo-geodezice și cadastrale, prin metoda simplă, metoda repetiției, metoda reiterației și metoda orientărilor directe.

a. Metoda simplă constă în măsurarea unghiurilor orizontale o singură dată, cu o poziție sau în ambele poziții ale lunetei. În cazul acestei metode, se folosesc două procedee de măsurare și anume:

- *procedeul prin diferența citirilor*, care reprezintă cazul general de măsurare, unde valoarea unghiului se obține din diferența citirilor efectuate pe limb, față de cele două direcții;

- *procedeul cu zerourile în coincidență* este un caz particular al procedeeului prin diferența citirilor, deoarece citirea pe limb pentru prima direcție a unghiului măsurat, are valoarea zero.

b. Metoda repetiției constă în măsurarea unui unghi de mai multe ori, în poziții succesive, adiacente ale cercului orizontal. Citirea pe cercul orizontal (limb) se face la începutul măsurătorii, către prima direcție și la sfârșitul repetițiilor pe a doua direcție a unghiului măsurat.

c. Metoda reiterației constă în măsurarea unui unghi de mai multe ori, iar pentru fiecare reiterație se schimbă originea de măsurare de pe cercul orizontal.

d. Metoda orientărilor directe, cu ajutorul căreia se măsoară direct pe teren orientările tuturor direcțiilor, iar în momentul începerii observațiilor aparatul este orientat pe o direcție de origine, care, în mod obișnuit, se consideră viza pe direcția înapoi a unei drumuri planimetrice.

2.3.10. MĂSURAREA UNUI UNGHI ORIZONTAL PRIN METODA SIMPLĂ

Pentru măsurarea unghiului orizontal dintre direcțiile SA și SB, prin metoda simplă și procedeul cu zerourile în coincidență, cu ambele poziții ale lunetei (fig.2.13), se efectuează următoarele operații:

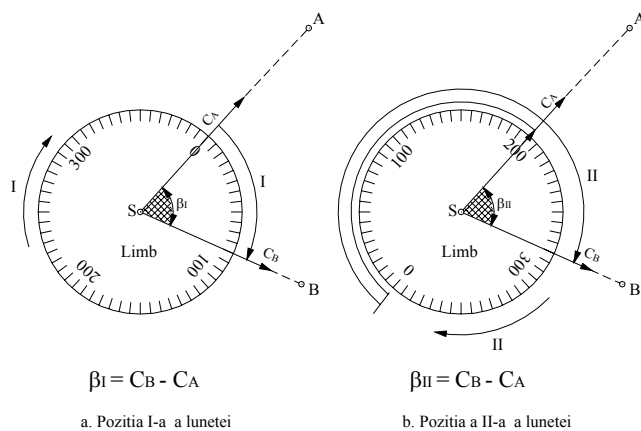


Fig.2.13.- Masurarea unui unghi orizontal prin procedeul cu zerourile în coincidență

➤ se așează teodolitul – tahimetru în punctul de stație (S), se centrează, se calează și se aduce luneta în poziția I-a (eclimetru în stânga), în cazul teodolitelui – tahimetru ZEISS Theo – 020.

➤ se aduce diviziunea zero a limbului în coincidență cu indicele zero al dispozitivului de citire (microscopul cu scăriță), cu ajutorul mișcării înregistratoare, iar coincidența exactă se face cu șurubul de fină mișcare;

➤ se blochează mișcarea înregistratoare (zerourile rămân în coincidență) și cu mișcarea generală liberă, se vizează semnalul topografic din punctul A și se efectuează citirea pe limb: $C_A^I = 0^\circ 00' 00''$;

➤ se deblochează mișcarea înregistratoare (zero al limbului rămâne pe direcția SA), cu care se lucrează până la terminarea operațiilor de măsurare a unghiului orizontal (β).

➤ se rotește alidada în sens direct, de la stânga spre dreapta (poziția I-a) și se vizează semnalul topografic din punctul B, unde se efectuează citirea pe limb: $C_B^I > C_A^I$;

➤ se deblochează mișcarea înregistratoare, se rotește, în continuare, alidada de la stânga spre dreapta (poziția I-a) și se vizează din nou semnalul topografic din punctul A, adică se efectuează închiderea pe turul de orizont, unde citirea finală C_A^I trebuie să fie egală cu citirea inițială C_A^I , adică:
 $C_A^I (\text{final}) = C_A^I (\text{initial})$;

În acest moment, se consideră încheiată operația de măsurare a unghiului orizontal cu poziția I-a a lunetei (β_I), a cărei valoare se obține cu relația:

$$\beta_I = C_B^I - C_A^I = C_B^I - 0^\circ.00'00'' .$$

• Pentru controlul măsurătorilor și pentru obținerea unei precizii superioare, se continuă operația de măsurare a unghiului (β) și cu poziția a II-a a lunetei, aducându-se eclimetrul în dreapta, în cazul teodolitului-tahimetru ZEISS Theo-020, pe baza următoarelor operații:

➤ *se deblochează mișcarea înregistratoare și se aduce eclimetrul în dreapta lunetei* (poziția a II-a), după care, se vizează din nou semnalul topografic din punctul A, unde se efectuează citirea pe limb: $C_A^{\text{II}} = C_A^{\text{I}} \pm (200^g \mp e_A)$;

➤ *se deblochează mișcarea înregistratoare și se rotește alidada în sens direct de la stânga spre dreapta* (poziția a II-a), vizându-se semnalul topografic din punctul B, unde se citește pe limb valoarea unghiulară: $C_B^{\text{II}} = C_B^{\text{I}} \pm (200^g \mp e_B)$;

➤ *se deblochează mișcarea înregistratoare, se rotește alidada în sens direct și se vizează din nou semnalul din punctul A, adică se efectuează închiderea pe turul de orizont, unde citirea finală C_A^{II} trebuie să fie egală cu citirea inițială C_A^{II} , adică: $C_A^{\text{II}}(\text{final}) = C_A^{\text{II}}(\text{initial})$.*

Prin această ultimă operațiune , s-a încheiat măsurarea a unghiului orizontal cu poziția a II-a a lunetei (β_{II}).

În continuare se efectuează, direct pe teren, **controlul valorilor unghiulare** ale unei direcții orizontale, care se face cu ajutorul diferenței valorilor măsurate în cele două poziții, ce trebuie să difere între ele cu 200^g , dar din cauza erorilor aparatului (eroarea de colimație) și a erorilor de măsurare, va rezulta o eroare de câteva minute sau secunde, funcție de precizia aparatului.

Se consideră, în cazul general, relația de următoarea formă:

$C_i^{\text{I}} = C_i^{\text{II}} \pm (200^g \mp e_i)$, unde: $i = A, B$, iar pentru cazul unghiului (β), măsurat cu cele două poziții ale lunetei, prin **procedeul cu zerourile în coincidență**, se obține: $C_A^{\text{I}} = C_A^{\text{II}} \pm (200^g \mp e_A)$ și $C_B^{\text{I}} = C_B^{\text{II}} \pm (200^g \mp e_B)$.

În cazul teodolitului – tahimetru Zeiss Theo – 020 care are precizia de măsurare a unghiurilor 1^c , erorile e_A și e_B peste diferența de 200^g nu trebuie să depășească valoarea de $3-4^c$.

• În **faza de birou**, se calculează mărimea **unghiului orizontal (β)** dintre direcțiile SA și SB, pe baza următoarelor operații:

➤ *se calculează valorile medii ale direcțiilor orizontale SA și SB cu formula:* $C_i = \frac{C_i^{\text{I}} + (C_i^{\text{II}} \pm 200^g)}{2}$, unde $i = A, B$;

- se consideră semnul plus din paranteză, când $C_i^{\text{II}} < 200^{\text{g}}$;
- se consideră semnul minus din paranteză, când $C_i^{\text{II}} > 200^{\text{g}}$;
- pentru cele două direcții considerate, se calculează:

$$C_A = \frac{C_A^{\text{I}} + (C_A^{\text{II}} \pm 200^{\text{g}})}{2} \text{ și } C_B = \frac{C_B^{\text{I}} + (C_B^{\text{II}} \pm 200^{\text{g}})}{2}$$

- se calculează unghiul orizontal (β), în funcție de diferența dintre citirile medii ale direcțiilor SA și SB: $\beta = C_B - C_A$.

Din **punct de vedere practic, se verifică și închiderea măsurărilor efectuate în poziția I-a și a II-a a lunetei**, pentru fiecare **tur de orizont**, cu ajutorul relațiilor:

$$E_{\beta}^{\text{I}} = C_A^{\text{I}}(\text{final}) - C_A^{\text{I}}(\text{initial}) \text{ și } E_{\beta}^{\text{II}} = C_A^{\text{II}}(\text{final}) - C_A^{\text{II}}(\text{initial})$$

unde: E_{β} - este eroarea de închidere pe turul de orizont.

Se pune condiția, ca eroarea de închidere a turului de orizont să nu depășească toleranța admisă la măsurarea unghiurilor orizontale, dată de formula:

$$T_{\beta} = e\sqrt{n} \text{ în care:}$$

e – precizia aparatului folosit la măsurarea unghiurilor;

n – numărul vizelor din turul de orizont.

Dacă: $E_{\beta} \leq T_{\beta}$, se efectuează compensarea turului de orizont, în mod proporțional cu numărul vizelor efectuate pe fiecare tur de orizont, după cum urmează:

$$\text{- se calculează corecția unitară: } c_{\beta}^u = -\frac{(E_{\beta})}{n};$$

$$\text{- se calculează corecțiile parțiale: } c_0 = c_{\beta}^u \cdot 0$$

$$c_1 = c_{\beta}^u \cdot 1$$

$$c_2 = c_{\beta}^u \cdot 2$$

- se aplică corecțiile parțiale citirilor efectuate, începându-se cu prima direcție și continuându-se cu următoarele direcții; obținându-se în final citirile sau vizele compensate:

$$C_A^{\text{I}}(\text{compensat}) = C_A^{\text{I}} + c_0 \text{ și } C_A^{\text{II}}(\text{compensat}) = C_A^{\text{II}} + c_0 ;$$

$$C_B^{\text{I}}(\text{compensat}) = C_B^{\text{I}} + c_1 \text{ și } C_B^{\text{II}}(\text{compensat}) = C_B^{\text{II}} + c_1 ;$$

$$C_A^{\text{I}}(\text{compensat}) = C_A^{\text{I}} + c_2 \text{ și } C_A^{\text{II}}(\text{compensat}) = C_A^{\text{II}} + c_2 .$$

După aplicarea compensărilor, se observă că citirea finală pe direcția de plecare a devenit egală cu citirea inițială: $C_A^I(\text{final}) = C_A^I(\text{initial})$ și $C_A^{II}(\text{final}) = C_A^{II}(\text{initial})$.

În urma efectuării operației de compensare, pe fiecare tur de orizont cu poziția I-a și, respectiv, cu poziția a II-a a lunetei, se poate obține **valoarea unghiului orizontal** din cele două poziții: $\beta_I = C_B^I - C_A^I$ și, respectiv, $\beta_{II} = C_B^{II} - C_A^{II}$.

Valoarea unghiului orizontal (β) dintre direcțiile date SA și SB, se obține din media aritmetică a unghiurilor măsurate în cele două poziții: $\beta = \frac{\beta_I + \beta_{II}}{2}$

Se face observația că, mărimile rezultate pentru unghiul orizontal, cu cele două poziții ale lunetei (β_I și β_{II}) trebuie să fie sensibil egale.

2.3.11. MĂSURAREA UNGHIURILOR VERTICALE

Unghiurile verticale se măsoară cu ajutorul teodolitelor și tahimetrelor, obținându-se atât unghiuri de pantă (α), cât și unghiuri zenitale (Z), funcție de tipurile de aparate folosite.

a. Măsurarea unghiurilor de pantă

Prin **unghi de pantă** se înțelege unghiul format de direcția de vizare cu planul orizontal al punctului de stație, din care, se efectuează măsurătorile unghiulare pe teren.

Teodolitele-tahimetre de tip mai vechi, din care, se menționează și **teodolitul-tahimetru TT-50** sunt prevăzute cu cercuri verticale (eclimetre) cu gradația $0^\circ - 200^\circ$ dispusă pe **orizontală**, ceea ce permite măsurarea unghiurilor de pantă (α). În cazul înclinării lunetei deasupra orizontului instrumentului, se măsoară în **poziția I-a a lunetei** (eclimetru în dreapta) unghiuri considerate **pozitive** cuprinse între 0° și 100° (vernierul I), iar în cazul înclinării lunetei sub orizontul instrumentului, se măsoară unghiuri **negative** cuprinse între 400° și 300° (vernierul I).

b. Măsurarea unghiurilor zenitale

Prin **unghi zenital**, se înțelege unghiul format de verticala locului și axa de vizare a teodolitului-tahimetru.

Teodolitele-tahimetre de tip mai nou (moderne) sunt prevăzute cu cercuri verticale (eclimetre) cu gradația 0^g-200^g dispusă pe **verticală** . În cazul acestor instrumente se vor măsura unghiuri **pozitive**, ce sunt cuprinse între 0^g și 100^g , în cazul înclinării lunetei deasupra orizontului instrumentului și unghiuri **negative** cuprinse între 100^g și 200^g , în cazul înclinării lunetei sub orizontul instrumentului, în poziția I-a a lunetei, cu eclimetrul în stânga.

În cazul măsurării unghiurilor verticale zenitale (Z), care se măsoară concomitent cu unghiurile orizontale (β), se execută următoarele operațiuni (fig.2.14):

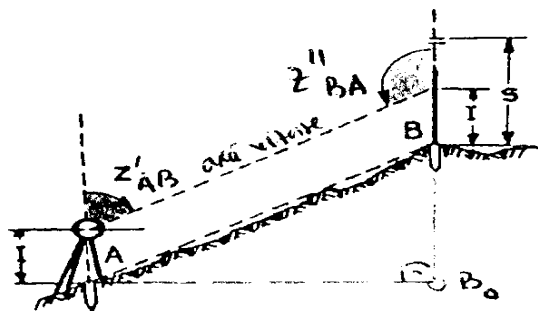


Fig.2.14 Măsurarea unghiurilor zenitale

- se așează aparatul în punctul de stație S;
- se blochează mișcarea generală, în plan orizontal;
- se deblochează mișcarea înregistratoare și mișcarea verticală ;
- se vizează la înălțimea (I) sau (S) semnalul din punctul A, în poziția I-a a lunetei (eclimetrul în stânga) ;
- se blochează mișcarea înregistratoare și mișcarea verticală și se efectuează punctarea corectă a semnalului din punctul A ;
- se efectuează citirea C_1 la microscopul eclimetrului ;
- se deblochează mișcarea înregistratoare și mișcarea verticală generală, se dă luneta peste cap și se aduce aparatul în poziția a II-a (eclimetrul în dreapta) și se vizează din nou semnalul punctului A;
- se efectuează citirea C_2 la microscopul eclimetrului .

• **Controlul măsurătorilor** valorilor unghiurilor verticale zenitale, se poate face direct pe teren cu relația : $C_1 + C_2 = 400^g \pm e_i$, în care :
(e_i) – eroarea aparatului și eroarea de indice a eclimetrului .

• **Mărimea unghiului zenital (Z'_{SA})**, se va obține ca medie a valorilor rezultate din măsurările efectuate în cele două poziții ale lunetei :

$$Z'_{SA} = C_1 - 0^g ; \quad Z''_{SA} = 400^g - C_2 , \text{ de unde rezultă:}$$

$$Z'_{SA} = \frac{Z_{SA}^I + Z_{SA}^{II}}{2} = \frac{C_1 + (400^g - C_2)}{2} = \frac{C_1 - C_2}{2} + 200^g$$

• **Valoarea cea mai probabilă** a unghiului vertical (Z) se obține atunci când se efectuează, în mod asemănător, și măsurarea unghiului de la A la S (Z''_{AS}), iar pe baza celor două rezultate obținute din cele două sensuri de măsurare se calculează valoarea medie cu relația:

$$Z_{\text{mediu}} = \frac{Z'_{SA} + Z''_{AS}}{2},$$

Se face precizarea că diferența dintre cele două valori unghiulare măsurate pe teren (Z'_{SA}), în sens direct și (Z''_{AS}), în sens invers, să nu depășească eroarea de citire pe cercul vertical și eroarea de colimație.



ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

-  Definiți instrumentele și aparatele folosite la măsurarea unghiurilor în ridicările geodezice și topografice.
-  Descrieți schema de construcție și părțile componente ale unui teodolit de tip clasic.
-  Care sunt axele și mișcările unui teodolit de tip clasic
-  Caracterizați principiul de construcție și modul de citire a unghiurilor pe următoarele dispozitive: microscop cu reper și cu scăriță.
-  Descrieți modul de executare a operațiunilor de așezare a teodolitului de tip clasic, în punctul de stație.
-  Care sunt metodele de măsurare a unghiurilor orizontale
-  Prezentați principalele operații folosite la măsurarea unui unghi orizontal, prin metoda simplă și procedeul cu zerourile în coincidență.
-  Prezentați principalele operații folosite la măsurarea unui unghi vertical zenital.

2.4. MĂSURAREA DIRECTĂ A DISTANTELOR

Distanțele dintre punctele topografice, se măsoară direct cu diferite instrumente, ce se aplică pe teren, obținându-se rezultate foarte bune în cazul terenurilor plane sau puțin accidentate.

În vederea măsurării corecte a distanțelor pe cale directă, trebuie să fie îndeplinite următoarele condiții: accesibilitatea terenului; vizibilitatea între cele două capete ale aliniamentului; pichetarea prealabilă a unor puncte intermediare pe aliniament, în cazul măsurărilor de precizie .

2.4.1. ALINIAMENTE

Prin **aliniament** se înțelege linia terenului dintre două puncte A și B, materializate pe teren, care rezultă din intersecția suprafeței topografice cu un plan vertical, ce trece prin cele două puncte date.

În plan **vertical** , aliniamentul se prezintă ca o **linie sinuoasă**, rezultată din intersectarea suprafeței terenului cu un plan frontal (fig.2.15.a), iar **în plan orizontal**, aliniamentul se prezintă ca o linie **dreaptă** (fig.2.15.b). În funcție de relieful terenului aliniamentul dintre două puncte, poate să apară sub următoarele două forme distincte :

- linie **înclinată** cu o pantă continuă (fig.2.15.a) ;
- linie **frântă** cu tronsoane de pante diferite (fig.2.15.c) ;

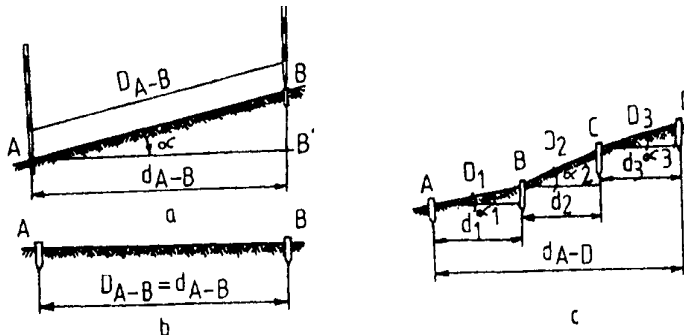


Fig.2.15 Aliniamente a) în plan vertical cu pantă continuă;
b) în plan orizontal; c) în plan vertical, cu pante diferite

2.4.2. JALONAREA ALINIAMENTELOR

Prin operația de **jalonare**, se înțelege stabilirea unui număr de puncte intermediare, care să se găsească în planul vertical ce trece prin extremitățile A și B ale unui aliniament (fig.2.16).

Din punct de vedere practic, jalonarea se efectuează prin fixarea jaloanelor pe aliniament la distanțe egale, funcție de relieful terenului, începând din punctul îndepărtat (B), spre operator (A). În **punctele intermediare ale aliniamentului** 1,2,3,..., ajutorul de operator, va ține un jalon în poziție cât mai verticală și va privi către operator, care în acel timp îi semnalizează cu mâna sensul în care trebuie să deplaseze jalonul pentru ca acesta să se afle pe aliniament . În funcție de

lungimea aliniamentului și de gradul de accidentație al terenului, jalonarea se poate face prin următoarele procedee: cu ochiul liber; cu ajutorul binoclului; cu ajutorul teodolitelor sau tahimetrelor .

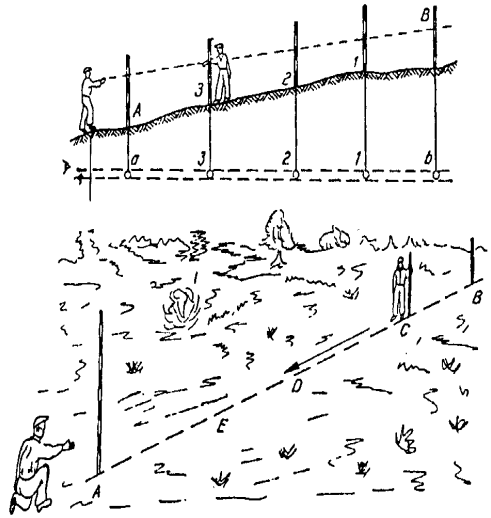


Fig.2.16 Jalonarea unui aliniament

Pe teren, se mai întâlnesc și o serie de **cazuri speciale** de jalonare a unor aliniamente, din care, se exemplifică:

- prelungirea unui aliniament ;
- jalonarea între două puncte inaccesibile și cu vizibilitate între ele ;
- jalonarea unui aliniament peste un deal ;
- jalonarea unui aliniament peste o vale sau râpă ;
- intersecția a două aliniamente .

2.4.3. INSTRUMENTE PENTRU MĂSURAREA DIRECTĂ A DISTANTELOR

În funcție de precizia cerută lucrărilor topografice, se diferențiază o mare varietate de instrumente folosite pentru măsurarea directă a distanțelor, care din punct de vedere constructiv se grupează în trei categorii : **expeditiv, precise și foarte precise.**

a. **Instrumente expeditiv.** În această grupă sunt incluse procedee și instrumente ce se caracterizează printr-o precizie redusă, din care se menționează (fig.2.17):

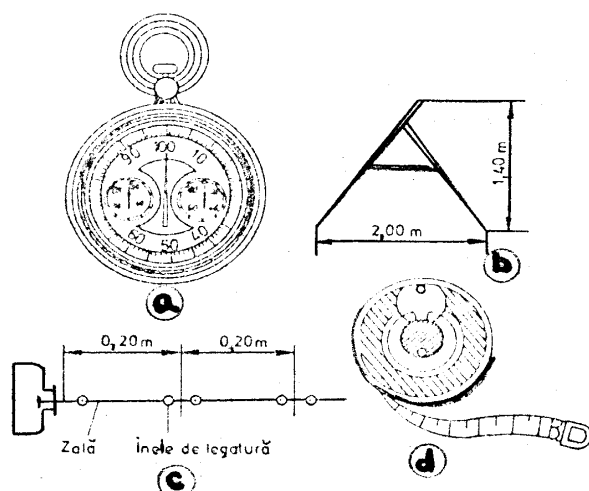


Fig.2.17 Instrumente expeditiv pentru măsurarea directă a distanțelor

- pasul omenesc ;
- podometrul (fig. 2.17.a);
- compasul de lemn cu lungimea de 2.00 m (2.17.b) ;
- lanțul cu zale (fig. 2.17.c) ;
- ruleta de oțel cu lungimea de 5 , 10 și 20 m (fig.2.17.d).

b. **Instrumente precise.** În cadrul acestei grupe sunt incluse instrumentele care asigură o precizie de ± 3 cm/100 m, dintre care cele mai utilizate sunt panglicile de oțel de diferite lungimi și firul de oțel .

Trusa panglicii de oțel este formată din instrumentul propriu-zis, și din instrumentele ajutătoare, după cum urmează :

- **Panglica de oțel** este o bandă de oțel cu lungimea de 20 m sau de 50 m, lățimea de 10-20 mm și grosimea de 0.2-0.6 mm, prevăzută la ambele capete cu inele ce servesc la întinderea panglicii (fig.2.18.a). reperele extreme, 0 și 50 m, sunt marcate fie pe cele două inele de întindere, fie pe panglica de oțel. Diviziunile panglicii de oțel sunt marcate din **10 în 10 cm prin mici orificii, jumătățile de metru prin nituri**, iar **metrii prin plăcuțe pătrate sau circulare din alamă**, numerotate în ambele sensuri sau într-un singur sens. Pe unele panglici, diviziunile din 5 în 5 m sunt marcate prin plăcuțe mai mari sau de formă elipsoidală (fig.2.18.b). În timpul transportului panglica se înfășoară pe un cadru metalic .

- **Instrumentele ajutătoare ale panglicii de oțel :**

- **fișele** (fig. 2.18.c) sunt confecționate din sârmă de oțel cu lungimea de 20-30 cm și grosimea de 5-6 mm, fiind fixate pe două inele în număr de 11 bucăți și utilizate la marcarea provizorie pe teren a extremităților panglicii ;

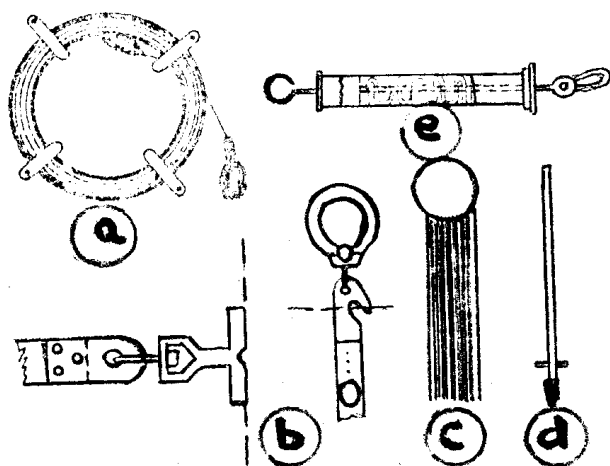


Fig.2.18 Panglica de oțel și instrumentele auxiliare

- **întinzătoarele** (fig.2.18.d) sunt bastoane din lemn sau fier, cu lungimea de 100-120 cm, și de o grosime convenabilă, ce se introduc în inelele panglicii și servesc la întinderea ei pe aliniament ;
- **dinamometrul** (fig.2.18.e) este utilizat în timpul măsurărilor la întinderea panglicii cu aceeași tensiune aplicată la etalonare ;
- **termometrul** se folosește în cadrul măsurărilor de înaltă precizie , pentru cunoașterea temperaturii la nivelul solului ;
- **firul cu plumb** servește la verticalizarea jaloanelor și la proiectarea reperelor panglicii pe teren .

c. Instrumente foarte precise.

-Firul de invar este confecționat dintr-un aliaj de oțel (64%) și nichel (36%), cu un coeficient de dilatare practic neglijabil. Lungimea firului de invar este în mod obișnuit de 24 m și uneori de 48 m, fiind prevăzut la capete cu câte o rigletă gradată milimetric. Precizia de măsurare este de 1 mm/1000 m. În vederea măsurărilor de distanțe cu firul de invar, se efectuează în prealabil o jalonare a aliniamentului respectiv cu ajutorul teodolitului, care se pichetează din 24 în 24m.

2.4.4. MĂSURAREA PE CALE DIRECTĂ A DISTANȚELOR

La măsurarea directă a distanțelor trebuie să se efectueze o serie de operații pregătitoare și să se respecte unele condiții tehnice de măsurare, din care menționăm :

- semnalizarea extremităților aliniamentului ;
- pichetarea aliniamentului ;
- curățirea aliniamentului de eventuale obstacole ;
- verificarea etalonării panglicii de oțel ;
- măsurarea riguroasă a aliniamentului.

Operațiunea de măsurare se efectuează de către doi-patru operatori, care execută următoarele operații:

- se introduc întinzătoarele în inelele panglicii desfășurate ;
- operatorul din urmă fixează reperul zero pe punctul de plecare ;
- se dirijează lucrătorul dinainte să așeze panglica pe aliniament;
- se întinde panglica și în dreptul reperului 50 m, operatorul din față înfige în poziție verticală o fișă metalică;
- se deplasează echipa până când operatorul din urmă ajunge la fișă, după care, fazele precedente se repetă, iar la plecare acesta scoate fișa și o așează pe un inel ;
- măsurarea se repetă în acest fel până când de la ultima fișă la punctul de sosire este mai puțin de o lungime de panglică ;
- se citește restul distanței pe panglică, iar lungimea aliniamentului măsurat pe teren șes, se obține cu relația :

$$D = L \times n + R , \quad \text{în care :}$$

D – distanța măsurată între punctele A și B ;

L – lungimea panglicii în m ;

n – numărul de fișe folosite pe aliniament la măsurarea distanțelor;

R – restul distanței, în m, între ultima fișă și punctul B.

2.4.5. REDUCEREA DISTANȚELOR LA ORIZONT

Deoarece pe planurile topografice, se reprezintă numai distanțe reduse la orizont , toate distanțele înclinate, măsurate

direct pe teren, se vor reduce la orizont, în funcție de valoarea unghiului de pantă (α) sau a unghiului zenital (Z) al aliniamentului considerat (fig.2.19) .

În cazul aliniamentelor de pantă uniformă (fig.2.19.a) reducerea la orizont a distanțelor înclinate, se face în baza relațiilor de mai jos, funcție de elementele măsurate pe teren .

$$d_o = d_i \cos \alpha = d_i \sin Z = \sqrt{d_i^2 - \Delta Z^2}$$

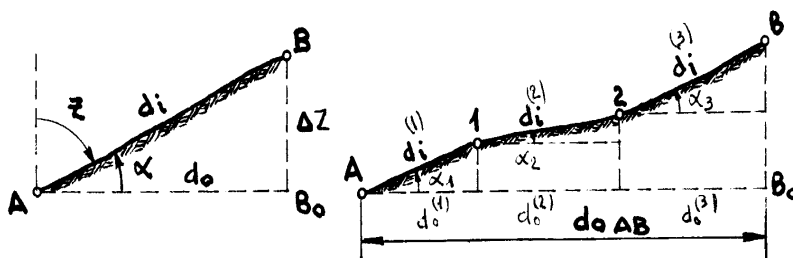


Fig.2.19 Reducerea distanțelor înclinate la orizont

În cazul aliniamentelor formate din tronsoane cu pante diferite, (fig.2.19.b), se efectuează, mai întâi, împărțirea aliniamentului AB în tronsoane de pantă uniformă : A-1; 1-2; 2-B; apoi se măsoară unghiurile ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$) pe baza cărora se calculează distanțele orizontale parțiale și apoi distanța orizontală totală, ce reprezintă lungimea aliniamentului dat, cu relația: $d_{OAB} = d_o^{(1)} + d_o^{(2)} + d_o^{(3)} = d_i^{(1)} \cos \alpha_1 + d_i^{(2)} \cos \alpha_2 + d_i^{(3)} \cos \alpha_3$



ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

- 📖 Definiți aliniamentul în plan vertical și în plan orizontal.
- 📖 Descrieți modul de jalonare a unui aliniament.
- 📖 Enumerați instrumentele folosite la măsurarea directă a distanțelor.
- 📖 Prezentați operațiile de măsurare pe cale directă a distanțelor.

2.5. REȚELE PLANIMETRICE DE SPRIJIN

Executarea ridicărilor topografice de detaliu la scările 1: 1000, 1: 2000, 1: 5000 și 1: 10 000 impune existența unei rețele geodezice de bază, pe suprafața ce constituie obiectul măsurărilor topografice, pe care să se sprijine, în mod

geometric, ridicarea detaliilor planimetrice . În acest scop, s-a realizat pe întreg teritoriul țării noastre rețeaua unică de triangulație geodezică. Punctele rețelei geodezice de stat de **ordin superior** (I-II-III) și de **ordin inferior** (IV-V) s-au determinat în proiecția stereografică –1970 și plan de referință pentru cote Marea Neagră-1975. Prin **triangulație** se înțelege metoda de determinare a coordonatelor rectangulare plane (X, Y) ale punctelor dintr-o rețea geometrică, care are ca figură de bază triunghiul, funcție de măsurarea pe teren a unghiurilor orizontale și verticale, precum și a distanțelor .

2.5.1. REȚELE DE TRIANGULAȚIE GEODEZICĂ

Triangulația geodezică, care formează rețeaua de sprijin a ridicărilor topografice și fotogrammetrice, cuprinde:

a. Triangulația geodezică de ordin superior este formată din puncte geodezice de ordinul I, II și III determinate în proiecția STEREOGRAFICĂ-1970 și plan de referință Marea Neagră, la calculul cărora s-a ținut seama de efectul de curbura al Pământului.

- Din punct de vedere principal rețeaua de triangulație de ordin superior se desfășoară sub formă de lanțuri de triunghiuri, aproximativ , pe meridiene și paralele, la distanțe de 150...250 km, ale căror puncte formează *ordinul I primordial*. Golurile ce rămân între lanțurile triunghiurilor de *ordin I primordial* se acoperă cu puncte în aceleași condiții de densitate formând *ordinul I complementar* cu lungimea laturilor triunghiurilor de 30...60 km (fig.2.20.)

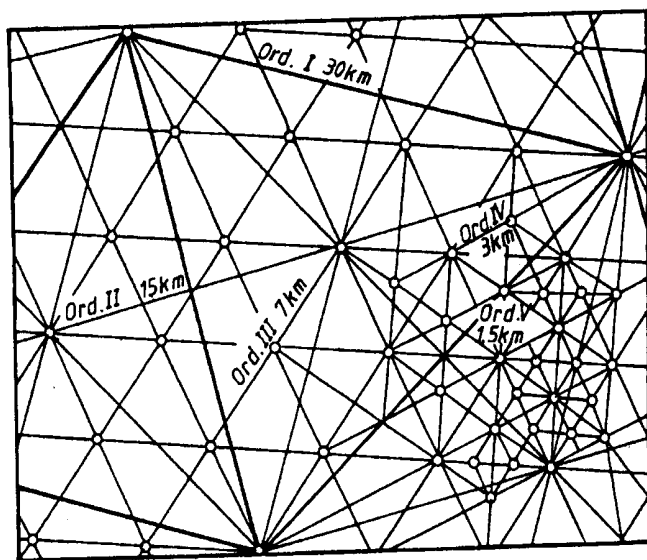


Fig.2.20. Rețele de triangulație geodezică

Rețeaua de triunghiuri de ordinul I se îndesește cu puncte de ordinul II, cu lungimea laturilor triunghiurilor de 15...20 km și cu puncte de ordinul III, cu lungimea laturilor de 5...10 km.

- Punctele de triangulație de ordinul I se determină atât pe elipsoidul de referință, prin coordonate geografice, cât și în planul de proiecție adoptat, prin coordonate rectangulare. Calculul punctelor de ordinul II și III se face pe baza punctelor de ordinul I, direct în planul sistemului de proiecție cartografic adoptat.

b. Triangulația geodezică de ordin inferior cuprinde punctele de ordinul IV, cu o densitate de un punct la 200 ha, situate la o distanță între ele de 1,5...3,0 km și punctele de ordinul V, cu o densitate de un punct la 50 ha situate la distanța de 0,5...2,0 km, la determinarea cărora nu s-a ținut seama de efectul de curbura al Pământului.

2.5.2. ÎNDESIREA PUNCTELOR REȚELEI GEODEZICE

Pentru realizarea densității necesare ridicărilor topografice la scările de bază, se efectuează îndesirea punctelor geodezice de stat, prin puncte geodezice de ordinul V, în condițiile tehnice de precizie stabilite de normele tehnice de întocmire a planului topografic de bază la scările 1 : 2 000, 1 : 5 000 și 1 : 10 000.

În funcție de configurația și de gradul de acoperire al terenului, de vizibilitățile dintre puncte, de densitatea cerută și de alți factori, se efectuează îndesirea rețelei geodezice de ordinul I-IV cu puncte de ordinul V, prin următoarele metode de determinare ale punctelor:

- **Metoda triangulației ;**
- **Metoda poligonometriei ;**
- **Metoda trilateratiei .**

2.6. RIDICĂRI PLANIMETRICE PRIN METODA DRUMUIRII

Metoda drumuirii se desfășoară între punctele geodezice de ordinul I-V, între punctele rețelelor poligonometrice, precum și între punctele de intersecție și constă din determinarea poziției planimetrice a punctelor prin măsurarea pe teren a unghiurilor pe care le formează laturile ce constituie traseul drumuirii și a lungimii laturilor respective.

2.6.1. CLASIFICAREA DRUMUIRILOR PLANIMETRICE

Drumuirile se execută în condițiile terenurilor cu mare densitate de puncte caracteristice ale detaliilor planimetrice și nivelitice, iar în funcție de aparatele și metodele folosite, se clasifică după următoarele criterii :

a. După importanța ridicării topografice, se distinge :

- **Drumuire ca metodă fundamentală** de ridicare, care se aplică pe suprafețe de până la 200 ha, pe teren șes, și până la 100 ha pe terenuri cu relief accidentat ;

- **Drumuire ca metodă ajutătoare** se folosește atunci când se sprijină pe punctele rețelei de triangulație.

b. După modul de măsurare al lungimii laturilor :

- **Drumuire planimetrică** , la care laturile se măsoară pe cale directă, cu panglica de oțel de 50 m ;

- **Drumuire tahimetrică** , la care laturile se măsoară pe cale indirectă, prin procedee optice și electrooptice.

c. După modul de determinare al orientărilor :

- **Drumuire cu orientări directe** măsurate pe teren ;

- **Drumuire cu orientări prin calcul**, funcție de unghiurile orizontale măsurate pe teren.

d. După forma traseului , drumuirile se împart în :

- **Drumuire sprijinită** pe puncte de coordonate cunoscute ;

- **Drumuire închisă** ,ce pleacă de pe un punct de coordonate cunoscute și se închide pe același punct.

e. După felul punctelor de sprijin drumuirile se împart în :

- **Drumuire principală** ce se sprijină pe puncte de geodezice;

- **Drumuire secundară**, care se sprijină la unul din capete pe un punct geodezic sau poligonometric, iar la celălalt capăt pe un punct de stație determinat printr-o drumuire principală ;

- **Drumuire terțiară**, care se sprijină la un capăt pe un punct al drumuirii principale , iar la celălalt capăt pe un punct al drumuirii secundare sau la ambele capete pe puncte de drumuire secundară ;

2.6.2. CONDIȚIILE TEHNICE DE EXECUȚIE ALE DRUMUIRILOR PLANIMETRICE

La executarea drumuirilor se vor avea în vedere o serie de condiții tehnice în funcție de precizia, importanța și ordinul drumuirii planimetrice, din care, se menționează :

- punctele drumuirii se vor alege în apropierea punctelor caracteristice ale detaliilor planimetrice ce urmează să fie ridicate în plan, asigurându-se accesibilitatea staționării cu aparatul și vizibilitate către punctele vecine ;
- traseul drumuirii să fie cât mai liniar ;
- desfășurarea drumuirilor principale să nu depășească 2 000 m în localități și 3 000 m în afara localităților, iar a celor secundare să fie mai mică sau cel mult egală cu cea a drumuirilor principale ;
- lungimea maximă a unei laturi nu trebuie să depășească 300 m, iar cea minimă 50 m ;
- lungimile laturilor unei drumuirii trebuie să fie aproximativ egale, iar trecerea de la laturi mai lungi la cele mai scurte să se facă treptat;
- numerotarea punctelor de stație se face cu cifre arabe folosindu-se numerele: 201, 202, ..., 500 .

2.6.3. LUCRĂRI ÎN FAZA DE TEREN A DRUMUIRILOR PLANIMETRICE

În faza de teren a drumuirilor planimetrice, se vor executa următoarele operații :

a. Recunoașterea terenului, alegerea traseului și marcarea punctelor drumuirii

b. Măsurarea distanțelor, se efectuează pe cale directă cu panglica de oțel de 50 m, în ambele sensuri ale laturilor drumuirii, în cazul drumuirilor principale și într-un singur sens dar cu verificare pe cale indirectă, în cazul drumuirilor secundare și terțiare.

c. Măsurarea unghiurilor orizontale

Se efectuează prin metoda simplă prin utilizarea procedeului prin diferența citirilor sau prin metoda orientărilor directe, utilizându-se teodolite-tahimetre cu precizia de 1°.

d. Măsurarea unghiurilor verticale

Unghiurile verticale folosite la reducerea distanțelor înclinate la orizont și la determinarea cotelor punctelor de stație prin nivelment trigonometric, se vor măsura în ambele poziții ale lunetei și în ambele sensuri ale fiecărei laturi. Din punct de vedere practic, unghiurile verticale se măsoară concomitent cu cele orizontale, vizându-se cu firul reticular orizontal, pe mira ținută în poziție verticală în punctul de drumuire considerat, la o valoare egală cu înălțimea aparatului din punctul de stație.

2.6.4. CALCULUL UNEI DRUMUIRI PLANIMETRICE ÎNCHISE

Pentru ridicarea topografică a unei *suprafețe de teren*, s-a folosit metoda *drumuirii planimetrice închise* pe un punct de coordonate cunoscute al rețelei de triangulație de ordinul I...V, iar pentru orientarea drumuirii, s-a vizat din punctul inițial *A*, care coincide cu punctul final un alt punct *B* al rețelei de triangulație.

În vederea desfășurării *operațiilor de calcul* ale drumuirii, se consideră următoarele date cunoscute (fig.2.21):

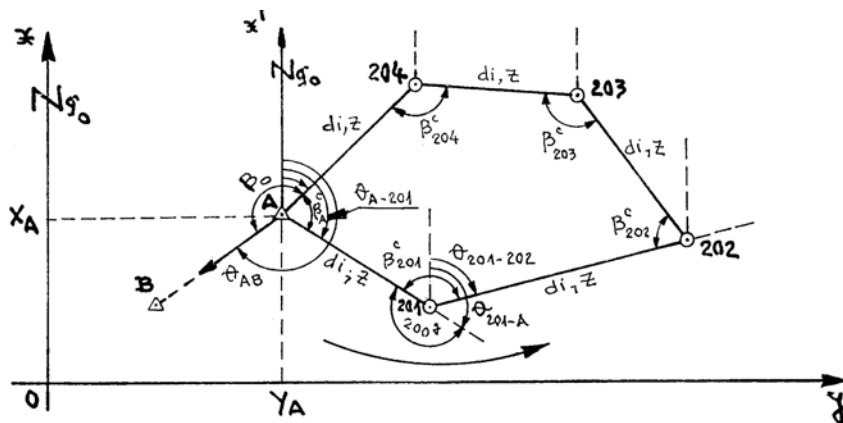


Fig.2.21. Drumuire planimetrică închisă pe punctul inițial

- coordonatele rectangulare plane (x , y) ale celor două puncte de triangulație geodezică *A* și *B* ;
- *elementele măsurate pe teren*: lungimile înclinate ale laturilor drumuirii (d_i) măsurate pe *cale directă* cu panglica de oțel sau pe *cale indirectă* prin metoda optică sau electrooptică ; unghiurile orizontale (β_i) obținute cu o serie de măsurători și unghiurile verticale zenitale (Z_i) măsurate în ambele poziții ale lunetei prin vizare la înălțimea „I” a instrumentului, folosindu-se teodolite-tahimetre de precizie medie.

Operațiile de calcul se desfășoară în următoarea succesiune :

a. Calculul orientării direcției de referință

În funcție de coordonatele cunoscute ale punctelor de triangulație A(X_A, Y_A) și B(X_B, Y_B) se calculează orientarea θ_{AB} , conform relației de mai jos, în sistemul de coordonate al proiecției STEREOGRAFICE – 1970.

$$\operatorname{tg} \theta_{AB} = \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A}, \text{ de unde se obține : } \theta_{AB} = \arctg \frac{Y_B - Y_A}{X_B - X_A}, \text{ care se}$$

folosește la calculul orientării drumuirii.

b. Compensarea unghiurilor într-un poligon

Suma unghiurilor într-un poligon oarecare cu „n” laturi, care formează traseul drumuirii închise este dată de relația :

$$\sum \beta_i = 200^g (n-2), \text{ unde } i = 1, 2, \dots, n.$$

Datorită *erorilor de măsurare* a unghiurilor orizontale relația de mai sus nu este îndeplinită, în sensul că *suma unghiurilor măsurate pe teren* ($\sum \beta_i$) nu este egală cu *suma teoretică* $200^g (n-2)$, de unde rezultă o *eroare de închidere* pe unghiurile orizontale dată de formula :

$E_\beta = \sum \beta_i - 200^g (n-2)$, care trebuie să se încadreze în toleranța admisă de instrucțiunile tehnice date de relația $E_\beta \leq T$, unde $T = 1' 50'' \sqrt{n}$.

Prin operația de compensare a unghiurilor orizontale, se realizează din punct de vedere geometric închiderea pe unghiuri a poligonului considerat, care cuprinde următoarele etape de calcul :

- Se determină *corecția totală* (C_β) , care trebuie să fie egală și de semn contrar cu eroarea (E_β) : $C_\beta = -E_\beta$;

- Se determină *corecția unitară* : $c_\beta^u = \frac{C_\beta}{n} = -\frac{E_\beta}{n}$, care se repartizează în

mod egal tuturor unghiurilor măsurate pe teren (β_i), obținându-se unghiurile compensate : $\beta_A^c = \beta_A + c_\beta^u$

$$\beta_{201}^c = \beta_{201} + c_\beta^u$$

$$\beta_{202}^c = \beta_{202} + c_\beta^u$$

$$\beta_{203}^c = \beta_{203} + c_\beta^u$$

$$\beta_{204}^c = \beta_{204} + c_\beta^u$$

Ca *verificare* a modului de compensare a unghiurilor orizontale, se determina *suma unghiurilor compensate* ($\sum \beta_i^c$), care trebuie să îndeplinească condiția geometrică : $\sum \beta_i^c = 200^g (n-2)$.

c. Calculul orientărilor laturilor drumuirii

În funcție de orientarea cunoscută a direcției de referință calculată anterior θ_{AB} , de unghiul de legătură (β_0) dintre direcția AB și latura drumuirii A-204, considerat neafectat de eroare și de unghiurile compensate (β_i^c), se efectuează calculul orientării laturilor drumuirii, pe baza următoarelor relații :

$$\theta_{A-204} = \theta_{A-B} + \beta_0$$

$$\theta_{A-201} = \theta_{A-204} + \beta_A^c$$

$$\theta_{201-202} = \theta_{A-201} + 200^g + \beta_{201}^c$$

$$\theta_{202-203} = \theta_{201-202} + 200^g + \beta_{202}^c$$

$$\theta_{203-204} = \theta_{202-203} + 200^g + \beta_{203}^c$$

$$\theta_{204-A} = \theta_{203-204} + 200^g + \beta_{204}^c$$

Cu ajutorul ultimei relații de calcul θ_{204-A} se verifică operația de transmitere a orientărilor cu formula: $\theta_{A-204} = \theta_{204-A} \pm 200^g$

d. Reducerea distanțelor înclinate la orizont

Se efectuează în funcție de modul de măsurare pe teren a distanțelor înclinate (d_i) pe cale directă sau indirectă și a unghiurilor de pantă (α) sau zenitale (z), folosindu-se formulele :

$do_i = d_i \cdot \cos \alpha_i = d_i \cdot \sin Z_i$, în cazul măsurării distanțelor pe cale directă unde $i = 1, 2, \dots, n$;

$do_i = d_i \cdot \cos^2 \alpha_i = d_i \cdot \sin^2 Z_i$, în cazul măsurării distanțelor pe cale indirectă, unde $i = 1, 2, \dots, n$.

e. Calculul coordonatelor relative ale punctelor drumuirii

Coordonatele rectangulare relative (ΔX , ΔY) dintre punctele drumuirii reprezintă creșteri ale coordonatelor dintre punctul dat și punctul precedent și așa mai departe, ce se calculează pentru fiecare latură a drumuirii în funcție de distanțele reduse la orizont (do_i) ale laturilor și de orientările θ , după cum urmează (fig 2.20):

$$\Delta X_{A-201} = \Delta X_1 = do_{A-201} \cdot \cos \theta_{A-201}$$

$$\Delta Y_{A-201} = \Delta Y_1 = do_{A-201} \cdot \sin \theta_{A-201}$$

$$\Delta X_{201-202} = \Delta X_2 = do_{201-202} \cdot \cos \theta_{201-202}$$

$$\Delta Y_{201-202} = \Delta Y_2 = do_{201-202} \cdot \sin \theta_{201-202}$$

$$\Delta X_{202-203} = \Delta X_3 = do_{202-203} \cdot \cos \theta_{202-203}$$

$$\Delta Y_{202-203} = \Delta Y_3 = do_{202-203} \cdot \sin \theta_{202-203}$$

$$\Delta X_{203-204} = \Delta X_4 = do_{203-204} \cdot \cos \theta_{203-204}$$

$$\Delta Y_{203-204} = \Delta Y_4 = do_{203-204} \cdot \sin \theta_{203-204}$$

$$\Delta X_{204-A} = \Delta X_5 = do_{204-A} \cdot \cos \theta_{204-A}$$

$$\Delta Y_{204-A} = \Delta Y_5 = do_{204-A} \cdot \sin \theta_{204-A}$$

f. Compensarea coordonatelor rectangulare relative

Valorile coordonatelor relative ΔX , ΔY obținute cu ajutorul distanțelor do și a orientărilor θ sunt însoțite de erorile de măsurare pe teren a lungimilor și a unghiurilor orizontale.

În cazul *drumuirii închise* pe punctul de sprijin A (X_A , Y_A)_condițiile_ pe care trebuie să le îndeplinească *sumele* proiecțiilor laturilor pe cele două axe de coordonate, adică *sumele coordonatelor* relative ΔX și ΔY sunt:

$$\sum_{i=1}^n \Delta X_i = 0 \quad \text{și} \quad \sum_{i=1}^n \Delta Y_i = 0, \text{ dar din cauza erorilor de măsurare a}$$

distanțelor și a unghiurilor se vor obține *erori de închidere pe axele de*

$$\text{coordonate: } \sum_{i=1}^n \Delta X_i = e_x \quad \text{și} \quad \sum_{i=1}^n \Delta Y_i = e_y$$

Pe baza celor două *erori liniare* ale drumuirii în direcția absciselor (e_x) și ordonatelor (e_y), se calculează, mai întâi, *eroarea totală* a drumuirii:

$E_L = \sqrt{e_x^2 + e_y^2}$, care nu trebuie să depășească *toleranța* de închidere a coordonatelor din cadrul măsurătorilor efectuate în localități (intravilane) și în afara localităților (extravilane). Deci, se pune condiția: $E_L \leq T$, unde:

$$T = 0,003\sqrt{D} + \frac{D}{2600}, \text{ în localități;}$$

$$T = 0,0045\sqrt{D} + \frac{D}{1733}, \text{ în afara localității;}$$

unde: $D = \sum_{i=1}^n do_i$ este lungimea totală a drumuirii în metri, care se obține din

însumarea distanțelor reduse la orizont (do_i).

Pentru terenurile *cu pante mai mari* de 5^g, toleranțele din afara localităților, se majorează cu 25 % pentru pante cuprinse între 5^g și 10^g; cu 50 % pentru pante cuprinse între 10^g și 15^g și cu 100% pentru pante mai mari de 15^g.

În cazul îndeplinirii condiției $E_L \leq T$ se efectuează *compensarea erorii de închidere* pe coordonatele relative ΔX și ΔY , proporțional cu mărimea acestora. Se calculează mai întâi *corecțiile totale* C_X și C_Y , care trebuie să fie *egale* și de *semn contrar* cu erorile e_X și e_Y , adică:

$C_X = -e_X$ și $C_Y = -e_Y$, iar în continuare se determină corecțiile unitare c_X^u și c_Y^u cu relațiile:

$$c_X^u = \frac{C_X(cm)}{\sum_{i=1}^n |\Delta X|(m)} = - \frac{e_X(cm)}{\sum_{i=1}^n |\Delta X|(m)} \quad \text{și} \quad c_Y^u = \frac{C_Y(cm)}{\sum_{i=1}^n |\Delta Y|(m)} = - \frac{e_Y(cm)}{\sum_{i=1}^n |\Delta Y|(m)}$$

În funcție de *corecțiile unitare* c_X^u și c_Y^u și de mărimea coordonatelor relative ΔX_i și ΔY_i , se calculează *corecțiile parțiale* $c\Delta X_i$ și $c\Delta Y_i$, cu ajutorul cărora se compensează coordonatele relative:

$$\begin{aligned} c\Delta X_1 &= c_X^u \cdot |\Delta X_1| & ; & & c\Delta Y_1 &= c_Y^u \cdot |\Delta Y_1| \\ c\Delta X_2 &= c_X^u \cdot |\Delta X_2| & ; & & c\Delta Y_2 &= c_Y^u \cdot |\Delta Y_2| \\ c\Delta X_3 &= c_X^u \cdot |\Delta X_3| & ; & & c\Delta Y_3 &= c_Y^u \cdot |\Delta Y_3| & \quad c\Delta X_4 &= c_X^u \cdot |\Delta X_4| \\ ; & & & & c\Delta Y_4 &= c_Y^u \cdot |\Delta Y_4| \\ c\Delta X_5 &= c_X^u \cdot |\Delta X_5| & ; & & c\Delta Y_5 &= c_Y^u \cdot |\Delta Y_5| \end{aligned}$$

Pentru *control*, se verifică dacă suma corecțiilor parțiale

$$\sum_{i=1}^n c\Delta X_i \quad \text{și} \quad \sum_{i=1}^n c\Delta Y_i \quad \text{este egală cu corecția totală } C_X \text{ și } C_Y, \text{ adică}$$

$$\sum c\Delta X_i = C_X \quad \text{și} \quad \sum c\Delta Y_i = C_Y$$

Coordonatele relative compensate rezultă din însumarea algebrică a coordonatelor provizorii ΔX_i și ΔY_i cu valorile corecțiilor parțiale determinate mai sus: $c\Delta X_1$; $c\Delta X_2$; ...; $c\Delta X_5$ și, respectiv, $c\Delta Y_1$; $c\Delta Y_2$; ...; $c\Delta Y_5$:

$$\begin{aligned} \Delta X_1^c &= \Delta X_1 + c\Delta X_1 & ; & & \Delta Y_1^c &= \Delta Y_1 + c\Delta Y_1 \\ \Delta X_2^c &= \Delta X_2 + c\Delta X_2 & ; & & \Delta Y_2^c &= \Delta Y_2 + c\Delta Y_2 \\ \Delta X_3^c &= \Delta X_3 + c\Delta X_3 & ; & & \Delta Y_3^c &= \Delta Y_3 + c\Delta Y_3 \\ \Delta X_4^c &= \Delta X_4 + c\Delta X_4 & ; & & \Delta Y_4^c &= \Delta Y_4 + c\Delta Y_4 \\ \Delta X_5^c &= \Delta X_5 + c\Delta X_5 & ; & & \Delta Y_5^c &= \Delta Y_5 + c\Delta Y_5 \end{aligned}$$

Controlul final al compensării coordonatelor relative se face prin suma coordonatelor relative compensate, care trebuie să îndeplinească condițiile: $\sum_{i=1}^n \Delta X_i^c = 0$ și $\sum_{i=1}^n \Delta Y_i^c = 0$

g. Calculul coordonatelor absolute ale punctelor drumirii

Se efectuează în funcție de coordonatele absolute ale punctului inițial de sprijin A (X_A , Y_A), la care se adună algebric în mod succesiv și cumulat, coordonatele relative compensate ΔX_i^c și ΔY_i^c , unde $i = 201, 202, \dots, 204$, folosindu-se relațiile:

$$\begin{aligned} X_{201} &= X_A + \Delta X_1^c & ; & & Y_{201} &= Y_A + \Delta Y_1^c \\ X_{202} &= X_{201} + \Delta X_2^c & ; & & Y_{202} &= Y_{201} + \Delta Y_2^c \\ X_{203} &= X_{202} + \Delta X_3^c & ; & & Y_{203} &= Y_{202} + \Delta Y_3^c \\ X_{204} &= X_{203} + \Delta X_4^c & ; & & Y_{204} &= Y_{203} + \Delta Y_4^c \\ X_A &= X_{204} + \Delta X_5^c & ; & & Y_A &= Y_{204} + \Delta Y_5^c . \end{aligned}$$

Cu ajutorul ultimelor relații de calcul a coordonatelor punctului A se face verificarea modului de calcul a coordonatelor punctelor de drumuire, iar valorile obținute pentru punctul final A(X_A ; Y_A), trebuie să fie egale cu valorile cunoscute inițial.

Operațiile de calcul a coordonatelor punctelor de drumuire se efectuează în tabele tipizate în sistem clasic și cu ajutorul unor programe de aplicații specifice pentru lucrările topografice, ce se execută în sistem automatizat.



ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

? Care sunt criteriile de clasificare ale drumuirilor planimetrice

 Enumerați lucrările în faza de teren a drumuirilor planimetrice.

 Enumerați lucrările în faza de calcul a drumuirilor planimetrice.

2.7. METODE DE RIDICARE A DETALIILOR PLANIMETRICE

Pentru ridicarea punctelor detaliilor planimetrice situate în apropierea punctelor rețelilor de sprijin, de coordonate cunoscute, se aplică o serie de metode, din care se menționează: **metoda radierii** sau metoda coordonatelor polare; **metoda absciselor și ordonatelor** sau metoda coordonatelor rectangulare; **metoda coordonatelor bipolare**; **metoda aliniamentului**; **metoda intersecției liniare** și altele.

2.7.1. METODA RADIERILOR SAU A COORDONATELOR POLARE

Se folosește la determinarea pozițiilor în plan a punctelor caracteristice ale detaliilor planimetrice de pe suprafața topografică a terenului ce sunt dispuse în jurul unui punct al rețelei de sprijin de coordonate cunoscute. În funcție de mărimea suprafeței de ridicat în plan și de ordinul **punctului vechi**, din care se efectuează ridicarea punctelor noi, **metoda radierii** se folosește ca **metodă fundamentală** de ridicare sau ca **metodă ajutătoare**, după cum urmează:

a. Metoda radierii folosită ca **metodă fundamentală** se aplică în cazul suprafețelor de teren relativ mici, unde ridicarea se poate face dintr-o **singură stație** de coordonate cunoscute sau de coordonate într-un sistem local, situată aproximativ în mijlocul suprafeței respective sau în apropierea punctelor de ridicare.

b. Metoda radierii folosită ca **metodă ajutătoare**, se folosește în cazul suprafețelor mari de teren, cu densitatea mare de puncte, **iar punctele de stație** (S_i) sunt în mod obișnuit **puncte de drumuire** sau **puncte de triangulație**. În funcție de scara planului și de precizia ridicării, distanțele dintre punctul de stație și punctele radiate variază, în general, între 30-50 m și o rază de maximum 100-150m, iar dintr-un punct vechi, se determină prin radieri un număr de circa 20-25 puncte noi.

2.8. ÎNTOCMIREA ȘI REDACTAREA PLANURILOR TOPOGRAFICE

Pe baza măsurătorilor topografice de teren și a operațiunilor de calcul necesare întocmirii de **noi planuri topografice** sau de actualizare a celor existente, se trece la executarea originalului planului topografic, denumit și „

originalul de teren „. În acest scop se folosesc o serie de **metode și instrumente** de raportare, **clasice și moderne**, pentru obținerea **planului topografic** al terenului, care a construit obiectul ridicării.

2.8.1. METODE DE ÎNTOCMIRE A PLANURILOR TOPOGRAFICE

Metodele de întocmire a planurilor topografice se stabilesc în funcție de **categoriile de măsurători** de teren destinate noilor planuri topografice, ce se aleg în funcție de **mărimea suprafeței, scara planului și precizia necesară**, din care, se menționează:

- **metoda fotogrammetrică**, se aplică în cazul teritoriilor cadastrale, unde urmează să fie întocmite planuri topografice de bază la **scările** 1:10 000; 1:5 000 și 1:2 000;

- **metoda fotogrammetrică + topografică**, se folosește în cazul localităților urbane și rurale, unde se vor întocmi planuri topografice la scara 1:2 000 și 1:1 000;

- **metode topografice clasice și moderne** se recomandă pentru municipii și orașe mari, în care se vor întocmi planuri topografice la scările 1:1 000 și 1:500;

2.8.2. INSTRUMENTE ȘI ECHIPAMENTE FOLOSITE LA ÎNTOCMIREA ȘI REDACTAREA PLANURILOR PRIN METODE CLASICE ȘI MODERNE

În vederea raportării în plan a punctelor caracteristice ale terenului se folosesc o serie de **instrumente și echipamente** de raportat și desenat, în **sistem clasic sau automatizat**, din care, se prezintă:

- a. **Coordonatograful rectangular** este construit pe principiul axelor perpendiculare, fiind format dintr-o masă la care sunt montate **două brațe gradate**, riguros perpendiculare între ele, reprezentând **axa absciselor și axa ordonatelor**.

- b. **Coordonatograful polar** este format dintr-un semicerc gradat și o riglă gradată, care servesc la raportarea **punctelor** determinate prin orientare (θ) sau unghiul orizontal (β) față de o direcție de referință și distanță, în raport cu punctul de stație.

c. Instrumente clasice de raportat și desenat: raportoare sub formă de **cercuri** sau **semicercuri** din material plastic, gradate în sistem sexagesimal sau centesimal; **rigle** confecționate din metal, lemn sau material plastic; **echere de desen** din lemn sau plastic; **compasul** sau **distanțierul** și altele.

d. Echipamente de cartografiere-editare în sistem automatizat

Datele topo-geodezice provenite sub o formă **digitală** de la diferite sisteme de culegere a lor din teren: **stații totale** de măsurare, **tahimetre** electronice și altele sunt prelucrate de echipamentele **HARDWARE** de cartografiere, editare și arhivare formate din:

- **Plottere**, ce servesc la transpunerea datelor digitale sub formă grafică, la diferite scări de reprezentare cu o precizie în poziție planimetrică a punctelor raportate de $\pm 0,01\text{mm}$;

- **Imprimantele**, se diferențiază prin calitatea imprimării, viteză de lucru și alte criterii, dintre care, se menționează o serie de tipuri, în funcție de modul imprimare: cu **ace**, cu **jet de cerneală** și **laser**.

2.8.3. OPERAȚIILE PREGĂTITOARE ȘI DE REDACTARE A PLANURILOR TOPOGRAFICE

În vederea întocmirii unui plan topografic, se vor efectua o serie de operațiuni pregătitoare și de redactare, ce se desfășoară în fazele:

a. Operații pregătitoare

În faza pregătitoare se întocmește inventarul de coordonate a punctelor ce urmează să fie raportate din coordonate **rectangulare** (X,Y) și din coordonate **polare** (θ , do) sau (β , do), se procură hârtia și instrumentele de raportare și de desen necesare.

- **Redactarea planurilor topografice la scări mai mici sau egale cu 1:2 000**, se realizează pe trapeze geodezice, în **sistemul proiecției stereografice – 1970**, ce se raportează pe hârtie de desen lipită pe un suport nedeformabil, alcătuit dintr-o foaie de zinc, aluminiu sau plastic. Pe acest suport nedeformabil, se raportează mai întâi din coordonate rectangulare colțurile cadrului interior al trapezului, după care se trasează cadrul geografic și cadrul ornamental, iar în interiorul trapezului se raportează punctele din teren, în sistemul axelor de coordonate ale proiecției stereografice – 1970.

- **Redactarea planurilor topografice la scări mai mari de 1:2 000** se face, în mod obișnuit, pe hârtie milimetrică, pe care se trasează formatul de desen

și axele de coordonate în sistemul proiecției stereografice – 1970 sau în sistem local de coordonate.

Pentru stabilirea formatului de desen, se vor extrage valorile maxime și minime ale absciselor și ordonatelor din inventarul de coordonate, pe baza cărora se calculează diferențele:

$$\Delta X = X_{\max} - X_{\min} \quad ; \quad \Delta Y = Y_{\max} - Y_{\min}$$

Cele două valori obținute (ΔX , ΔY) se reduc mai întâi la scara planului 1: N, după care, se adaugă un plus de 10 ... 20 cm, obținându-se lungimea și lățimea formatului de desen al hârtiei milimetrice.

După stabilirea formatului se vor alege pentru originea sistemului rectangular de axe niște valori rotunde (X_0 , Y_0), care să fie mai mici decât valorile minime ($X_{\min}$, $Y_{\min}$) ale coordonatelor punctelor din inventarul de coordonate. Deci trebuie să fie îndeplinite condițiile :

$X_0 < X_{\min}$ și $Y_0 < Y_{\min}$, ceea ce asigură posibilitatea raportării tuturor punctelor în sistemul stabilit de axe.

În funcție de scara planului, se trasează caroiajul rectangular pe ambele axe de coordonate cu latura de 50, 100, 200, 500 și 1 000m, corespunzător scării de raportare (fig 2.21).

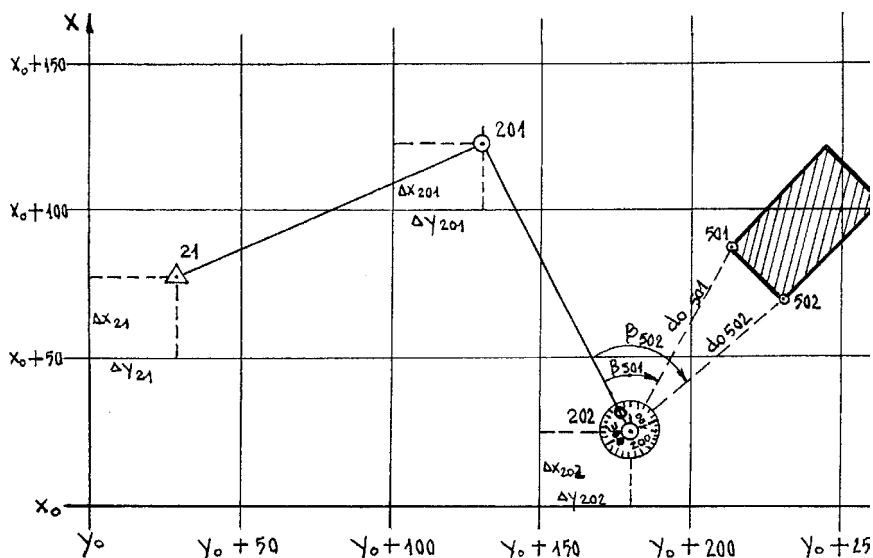


Fig.2.21. Sistemul de axe și caroiajul rectangular

b. Raportarea punctelor

Pe originalul planului topografic, care se execută la una din scările de bază 1: 500; 1:1 000; 1:2 000; 1:5 000 și 1:10 000, se raportează toate punctele din inventarul de coordonate, după cum urmează:

- prin **metoda coordonatelor rectangulare** se raportează toate punctele de triangulație, de intersecție, de drumuire și de radiere, determinate prin coordonatele rectangulare (X,Y) în raport cu colțul de sud-vest al pătratului cu latura de 50 m (fig 2.21).

- prin **metoda coordonatelor polare** se raportează toate punctele determinate prin coordonate polare (β , d_o), cu ajutorul raportorului și a riglei gradate, din punctele de triangulație sau de drumuire, în raport cu direcțiile de referință față de care au fost măsurate pe teren (fig 2.21).

- prin **metoda coordonatelor echerice** se raportează punctele determinate prin abscise și ordonate, conform schițelor întocmite în timpul ridicării topografice.

c. Verificarea raportării punctelor

Pentru verificarea raportării punctelor prin coordonate rectangulare, se compară distanțele măsurate grafic pe planul de situație la scara de redactare dintre două puncte de drumuire cu valorile corespunzătoare măsurate pe teren și reduse la orizont. Dacă diferențele dintre cele două mărimi considerate sunt mai mici decât eroarea grafică de raportare, care în funcție de importanța punctelor este cuprinsă între $\pm 0,2$ mm și $\pm 0,5$ mm rezultă că, punctele au fost raportate corect, iar în caz contrar, s-a produs, o greșeală de raportare, care trebuie verificată și corectată. După verificarea tuturor punctelor raportate, se definitivează raportarea prin desenarea semnului convențional respectiv și înscrierea numărului punctului în partea stângă sau în partea dreaptă a acestuia (fig 2.22).

d. Unirea punctelor raportate

Se face mai întâi în creion în conformitate cu schițele întocmite pe teren în timpul măsurărilor, obținându-se forma detaliilor planimetrice care determină limitele de hotare, categorii de folosință ale terenului agricol și neagricol și altele.

e. Cartografierea planului

În funcție de modul de redactare, se efectuează trasarea în tuș a conținutului planului topografic și scrierea elementelor de toponimie pentru foile de plan întocmite pe suporturi nedeformabile. Pentru planurile de situație raportate pe hârtie milimetrică, se efectuează numai definitivarea lor în creion, cu

toate elementele cartografice specifice acestor planuri. După caz, se completează planul topografic întocmit cu următoarele elemente cartografice: proiecția folosită, sistemul de referință pentru cote, teritoriul cuprins, nomenclatura, scara de redactare, anul ridicării și redactării, dimensiunile și suprafața trapezului, denumirea planului, autorul și altele.



ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

- ✂ Care sunt metodele folosite pentru întocmirea și redactarea planurilor topografice
- ✍ Descrieți principalele operațiuni de pregătire, de raportare și de redactare a planurilor topografice.

2.9. CALCULUL SUPRAFETELOR

Din punct de vedere **topo-cadastral**, prin noțiunea de **suprafață**, se definește aria cuprinsă în limitele unui contur închis, proiectat pe un plan orizontal de referință, fără a se ține seama de relieful terenului.

În lucrările de cadastru, orice parcelă cu sau fără construcții este definită prin: suprafață proprietar, categoria de folosință, calitatea terenului sau a construcției și situarea teritorial-administrativă. Pe baza acestor indicatori ai unei parcele cadastrale, se realizează prelucrarea în sistem automatizat a datelor primare, pe diferite nivele tematice: corp de proprietate, tarla sau cvartal, categorii de folosință și altele.

- Metodele și procedeele de calcul a suprafețelor, se stabilesc în funcție de datele inițiale cunoscute, care la rândul lor depind de metodele de ridicare folosite și de precizia lor. În funcție de natura datelor provenite din teren, de precizia lucrării și de scopul urmărit, calculul suprafețelor se efectuează prin metode numerice, mecanice și grafice.

2.9.1. CALCULUL SUPRAFETELOR PRIN METODE NUMERICE

În cazul metodelor numerice, se utilizează mijloace electronice de calcul a

suprafețelor, iar datele inițiale folosite sunt: **unghiuri** și **distanțe** (β , d) provenite din măsurători topografice; **coordoanate rectangulare** (x , y) obținute din măsurători topografice clasice sau moderne; măsurători fotogrammetrice analitice și măsurători realizate prin digitizarea conturilor pe planurile cadastrale. În funcție de elementele cunoscute se aplică **procedee geometrice, trigonometrice și analitice**.

a. Procedeele geometrice de calcul a suprafețelor

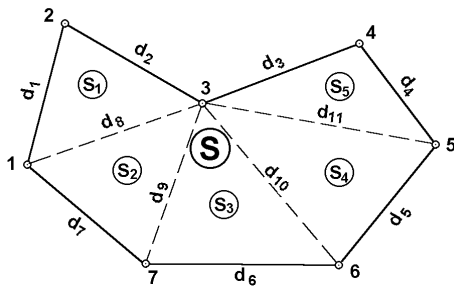
Se aplică la calculul ariilor relativ mici, delimitate de un contur geometric, la care măsurătorile pe teren s-au efectuat cu panglica de oțel de 50 m și / sau cu echerul topografic. Din punct de vedere practic, se folosește, **panglica de oțel**, cu ajutorul căreia se măsoară toate laturile necesare calculului suprafețelor și sau **panglica de oțel** și echerul **topografic**, care permite atât coborârea sau ridicarea de perpendiculare pe un aliniament de bază, cât și măsurarea distanțelor respective.

• Pentru calculul **suprafețelor** prin **procedeele geometrice**, se consideră **conturul poligonal** 1-2-3-4-5-6-7, de suprafață “S”, care se poate împărți, într-un număr de cinci triunghiuri, ale căror laturi $d_1, d_2, d_3, \dots, d_{11}$, se măsoară, în condițiile terenurilor plane, cu panglica de oțel de 50 m, direct reduse la orizont (fig.2.22).

Ariile triunghiurilor cu laturile măsurate pe teren cu panglica de oțel de 50 m, se determină cu relația:

$$S = \sqrt{p \cdot (p - a) \cdot (p - b) \cdot (p - c)}, \text{ în care: } a, b, c \text{ sunt laturile triunghiului, iar } p$$

- semiperimetrul triunghiului, care se obține cu formula: $p = \frac{a + b + c}{2}$.



Deci, în cazul considerat, se calculează mai întâi suprafețele parțiale ale celor cinci triunghiuri: S_1, S_2, S_3, S_4, S_5 și apoi suprafața totală:

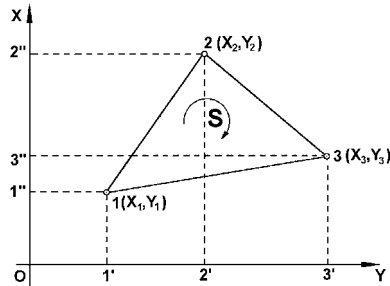
$$S = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5.$$

Fig.2.23. Calculul suprafețelor prin procedeul geometric

b. Procedeele analitice

Se aplică în cazul când se cunosc coordonatelor rectangulare ale punctelor de pe conturul poligonal, care limitează suprafața considerată. Din punct de vedere practic, procedeul analitic asigură precizia cea mai mare, comparativ cu celelalte procedee și metode folosite, iar calculul propriu-zis se poate efectua în sistem automatizat cu ajutorul calculatoarelor electronice.

Pentru stabilirea formulelor generale de calcul analitic a suprafețelor, se consideră suprafața unui triunghi definit prin vârfurile 1 (X_1, Y_1); 2 (X_2, Y_2) și 3 (X_3, Y_3), care se proiectează, mai întâi, pe axa ordonatelor (fig.2.23).



Prin proiecția punctelor 1, 2 și 3 pe axa ordonatelor, se formează trapezele: 1-2-2'-1'; 2-3-3'-2' și 1-3-3'-1'. Aria triunghiului 1-2-3 este egală cu diferența dintre suma suprafețelor celor două trapeze formate de laturile exterioare și suprafața

Fig.2.23. Calculul suprafețelor prin trapezului determinat de latura interioară:

procedeul analitic

$$S = (S_{122'1'} + S_{233'2'}) - S_{133'1'};$$

în care, suprafețele trapezelor considerate, se obțin cu ajutorul coordonatelor rectangulare (X,Y) ale punctelor ce delimitează fiecare trapez, după cum urmează:

$$S_{122'1'} = \frac{(B+b) \cdot h}{2} = \frac{(X_1 + X_2) \cdot (Y_2 - Y_1)}{2};$$

$$S_{233'2'} = \frac{(X_2 + X_3) \cdot (Y_3 - Y_2)}{2} \text{ și } S_{133'1'} = \frac{(X_1 + X_3) \cdot (Y_3 - Y_1)}{2}.$$

În urma înlocuirii acestor relații, în formula inițială, se obține:

$$2 \cdot S = (X_1 + X_2) \cdot (Y_2 - Y_1) + (X_2 + X_3) \cdot (Y_3 - Y_2) - (X_1 + X_3) \cdot (Y_3 - Y_1)$$

iar în urma dezvoltării rezultă:

$$\begin{aligned} 2 \cdot S = & X_1 \cdot Y_2 - X_1 \cdot Y_1 + X_2 \cdot Y_2 - X_2 \cdot Y_1 + X_2 \cdot Y_3 - X_2 \cdot Y_2 + X_3 \cdot Y_3 \\ & - X_3 \cdot Y_2 - X_1 \cdot Y_3 + X_1 \cdot Y_1 - X_3 \cdot Y_3 + X_3 \cdot Y_1 \end{aligned}$$

După reducerea termenilor asemenea și scoaterea în factor comun a lui X_1 , X_2 și X_3 , se obține:

$$2 \cdot S = X_1 \cdot (Y_2 - Y_3) + X_2 \cdot (Y_3 - Y_1) + X_3 \cdot (Y_1 - Y_2)$$

Dacă se ia în considerare sensul de executare a calculului și notațiile din figura 2.23, se poate scrie, formula generală de calcul analitic al suprafețelor, în cazul unui poligon cu “n” laturi, de forma:

$$2 \cdot S = \sum_{i=1}^{i=n} X_i \cdot (Y_{i+1} - Y_{i-1})$$

Calculul propriu-zis al suprafeței unui poligon oarecare constă din înmulțirea, în mod succesiv și în sensul mișcării acelor unui ceasornic (fig.2.23) a abscisei fiecărui punct (X_i) cu diferența dintre ordonata punctului următor (Y_{i+1}) și ordonata punctului precedent (Y_{i-1}), iar produsele obținute se însumează algebric.

• Se proiectează punctele 1,2,3 și pe axa absciselor (fig.2.23), iar suprafața triunghiului 1-2-3, se va obține, în mod asemănător, pe baza relației:

$$S = S_{311''3''} + S_{233''2''} - S_{211''2''}.$$

În urma înlocuirii coordonatelor rectangulare (X, Y) ale punctelor de pe contur în relația de mai sus și a efectuării calculelor, se va obține:

$$-2 \cdot S = Y_1 \cdot (X_2 - X_3) + Y_2 \cdot (X_3 - X_1) + Y_3 \cdot (X_1 - X_2).$$

Prin generalizare, în cazul unui poligon cu “ n “ laturi, formula de calcul analitic a suprafeței, se scrie sub forma: $-2 \cdot S = \sum_{i=1}^{i=n} Y_i \cdot (X_{i+1} - X_{i-1})$.

Cu această formulă se obține suprafața dublă negativă, care se împarte la doi și se pozitivează prin înmulțirea cu (-1). Între rezultatele obținute cu relația suprafeței pozitive (2S) și relația suprafeței negative (-2S) nu trebuie să existe nici-o diferență.

Din punct de vedere practic cele două formule de mai sus, se aplică pentru orice număr de puncte ale unui contur poligonal, care delimitează o suprafață, iar rezultatele obținute trebuie să fie egale, dar cu semne diferite. Controlul calcului analitic al suprafețelor, se poate face prin planimetrare sau prin metode grafice, avându-se în vedere că, deși rezultatele sunt egale, suprafața poate fi eronată, ca urmare a înscrierii incorecte a coordonatelor.

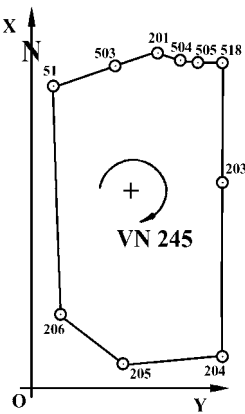
Pentru **exemplificare**, se prezintă calculul ariei unei parcele de vie nobilă cu numărul cadastral VN 245 (tab. 2.1).

Calculul propriu-zis, se efectuează tabelar, conform schemei din **tabelul 2.1**, prin care se repetă ultimul și primul punct al conturului parcelei considerate: 51 – 503 – 201 - ... - 205 – 206. Produsele parțiale din formulele de calcul se determină cu ajutorul unui minicalculator. În baza formulei de calcul a suprafeței pozitive, se înmulțește, în mod succesiv și în sensul mișcării acelor unui ceasornic X-ul fiecărui punct cu diferența $Y_{i+1} - Y_{i-1}$. Pentru controlul calcului, se folosește și formula suprafeței negative, prin care, se înmulțește, în mod asemănător, Y-ul fiecărui punct cu diferența $X_{i+1} - X_{i-1}$. Rezultatele obținute cu cele două formule

folosite sunt perfect egale, dar cu semne diferite, ceea ce confirmă corectitudinea calculului efectuat.

Tabelul 2.1

Calculul analitic al suprafeței unei parcele cu numărul cadastral VN 245

Nr. pct.	Coordonate absolute		Formulele de calcul		Schița parcelei și suprafața obținută
	X	Y	$X_i (Y_{i+1} - Y_{i-1})$	$Y_i (X_{i+1} - X_{i-1})$	
	m	m	m ²	m ²	ha
206	1 863,58	2 057,43	–	–	
51	2 000,00	2 000,00	– 38 280,000	+ 309 220,0000	
503	2 018,19	2 038,29	+ 122 019,7674	+ 58 519,3059	
201	2 028,71	2 060,46	+ 76 705,5251	+ 8 756,9550	
504	2 022,44	2 076,10	+ 44 068,9676	– 23 646,7790	
505	2 017,32	2 082,25	+ 49 242,7812	– 7 621,0350	
518	2 018,78	2 100,51	+ 76 168,5694	– 102 252,8268	
203	1 968,64	2 119,98	+ 129 182,1568	– 358 276,6200	
204	1 849,78	2 166,13	– 27 839,1890	– 289 871,5166	
205	1 834,82	2 104,93	– 199 444,9340	+ 29 048,0340	
206	1 863,58	2 057,43	– 195 545,4494	+ 339 846,2874	
51	2 000,00	2 000,00	–	–	
$2S = \sum_{i=1}^n X_i (Y_{i+1} - Y_{i-1})$			+ 36 278,1951	– 36 278,1951	
$-2S = \sum_{i=1}^n Y_i (X_{i+1} - X_{i-1})$			18 139,0975	S=18 139,0975	

S = 1,8139ha



ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

- ✂ Ce se înțelege în topografie și cadastru prin noțiunea de suprafață.
- ✂ Care sunt procedeele de calcul a suprafețelor, în cazul metodei numerice

NIVELMENTUL

Prin ridicările de nivelment se completează planimetria terenului cu relieful, obținându-se o imagine completă asupra teritoriului măsurat, pe baza coordonatelor rectangulare plane (X, Y) determinate prin ridicările planimetrice prezentate în capitolul anterior și, respectiv, prin determinarea cotelor sau altitudinilor punctelor (Z), față de o suprafață de referință.

3.1. NOȚIUNI GENERALE DE NIVELMENT

Nivelmentul sau altimetria este partea topografiei care se ocupă cu studiul instrumentelor și metodelor de determinare a **diferențelor de nivel** între puncte, precum și a poziției pe verticală a punctelor de pe suprafața topografică, față de o suprafață de referință, iar pe această bază se efectuează reprezentarea reliefului terenului pe planuri și hărți topografice. Pentru determinarea cotelor punctelor caracteristice de pe suprafața uscatului și a celor de pe fundul mărilor și oceanelor, s-a stabilit, ca suprafață de nivel zero, suprafața geoidului, care reprezintă, în mod intuitiv, prelungirea mărilor și a oceanelor pe sub continente.

Cota sau altitudinea fiecărui punct se măsoară pe direcția verticalei dată de firul cu plumb, direcție ce corespunde cu cea a accelerației gravitației, fiind determinată față de suprafața geoidului, care este perpendiculară în orice punct al ei la verticala locului.

- **Suprafața de nivel zero**, s-a materializat, în cazul **teritoriului României**, prin reperul zero fundamental, din **portul Constanța**, care reprezintă suprafața liniștită, de nivel mediu a Mării Negre, față de care se determină cotele absolute ale punctelor topografice.

- **Cota absolută sau altitudinea** unui punct topografic este distanța pe verticală, între suprafața de nivel zero și suprafața de nivel ce trece prin punctul considerat, fiind exprimată în metri.

- **Cota relativă sau convențională** reprezintă cota stabilită dintre o suprafață de nivel oarecare și suprafața de nivel a punctului considerat, fiind exprimată în metri.

- **Diferența de nivel** dintre două puncte topografice este distanța măsurată pe verticală în metri, dintre suprafețele de nivel ce trec prin punctele considerate,

care din punct de vedere principal rezultă din măsurătorile de nivelment executate pe teren sau prin calcul, în funcție de cotele absolute cunoscute.

3.2. TIPURI DE NIVELMENT

Principiul de bază al ridicărilor de nivelment îl constituie modul de determinare al diferențelor de nivel dintre puncte. În funcție de instrumentele, aparatele și metodele folosite pentru determinarea diferențelor de nivel, se deosebesc următoarele tipuri de nivelment:

a. Nivelmentul geometric sau direct. Se execută cu aparate a căror construcție, se bazează pe **principiul vizelor orizontale** (nivele). Diferența de nivel dintre puncte se obține direct, în funcție de **înălțimile a și b** ale unei vize orizontale, citite pe mirele ținute vertical în punctele respective.

b. Nivelmentul trigonometric sau indirect. Se execută cu aparate care dau vize înclinate (teodolite sau tahimetre) și care permit măsurarea unghiului de pantă (α) sau zenital (Z), iar diferențele de nivel dintre puncte se obțin indirect cu formulele trigonometrice, folosind unghiurile verticale și distanțele.

c. Nivelmentul barometric. Se bazează pe principiul cunoscut din fizică, conform căruia presiunea atmosferică scade pe măsură ce crește altitudinea, fiind executat cu barometre aneroide sau cu altimetre, iar diferența de nivel se determină cu ajutorul variației presiunii atmosferice .

d. Nivelmentul fotogrammetric sau stereofotogrammetric. Se execută cu aparate și metode fotogrammetrice, care utilizează fotografii speciale, aeriene sau terestre, numite fotograme.

e. Nivelmentul satelitar este cel mai modern tip de nivelment, în care determinarea cotelor se efectuează în sistemul G.P.S. (Global Positioning System), cu ajutorul unui număr de 24 sateliți ai Pământului, la care se adaugă și 4 sateliți de rezervă.

3.3. REȚELE DE SPRIJIN PENTRU NIVELMENT

Rețeaua de sprijin a ridicărilor de nivelment cuprinde **rețele de ordinul I, II, III și IV** care împreună formează rețeaua nivelmentului de stat, fiind independentă de rețeaua de sprijin a ridicărilor planimetrice.

• **Nivelmentul geometric de ordinul I** este o lucrare geodezică de o înaltă precizie, fiind determinat cu o eroare medie pătratică de $\pm 0,5$ mm pe 1 km de drumuire. Drumuirile de nivelment geometric pornesc de pe reperul fundamental

din portul Constanța și se desfășoară pe trasee închise cu lungimea de până la 400-600 km.

- **Nivelmentul geometric de ordinul II** leagă punctele nivelmentului de ordinul I, prin drumuri cu lungimea de 200-300 km și cu o precizie de $\pm 5 \text{ mm } \sqrt{L}$, unde L este lungimea traseului drumuirii în km.

- **Nivelmentul geometric de ordinul III**, se execută prin drumuri cu o lungime de 80 – 150 km și cu o precizie de $\pm 10 \text{ mm } \sqrt{L}$.

- **Nivelmentul geometric de ordinul IV** se desfășoară sub formă de poligoane cu lungimea de 20 – 40 km, cu o precizie de $\pm 20 \text{ mm } \sqrt{L}$.

3.4. NIVELMENTUL GEOMETRIC

Nivelmentul geometric sau **direct** este o **metodă** de determinare a diferențelor de nivel, ce se bazează pe **principiul vizelor orizontale**, funcție de care se calculează cotele punctelor de pe suprafața terestră.

3.4.1. PRINCIPIUL ȘI CLASIFICAREA NIVELMENTULUI GEOMETRIC

- **Principiul de bază** al nivelmentului geometric constă din determinarea directă a diferenței de nivel a unui punct față de un alt punct situat în apropiere, cu ajutorul **vizelor orizontale**, care se realizează cu **instrumente de nivelment geometric** sau **nivele**, pe mirele ținute vertical în punctele respective (fig.3.1). Diferența de nivel dintre cele două puncte A și B din teren, se obține în funcție de înălțimea vizei orizontale, de deasupra celor două puncte, ce se măsoară pe mirele verticale din punctele respective. Se consideră, în mod convențional, punctul A, ca punct înapoi și punctul B, ca punct înainte, pe care se efectuează **citirile a și b** de pe cele două mire. Deci, cele două citiri **a și b** efectuate pe mirele din punctele A și B sunt egale cu înălțimea liniei de vizare deasupra celor două puncte. În baza citirilor **a și b**, se poate obține diferența de nivel: $\Delta Z_{AB} = a - b$

Din punct de vedere practic, nivelmentul geometric se folosește în cazul terenurilor relativ plane sau cu o înclinare redusă. Acest nivelment este cel mai precis, iar cu ajutorul lui se determină rețeaua de nivelment geometric, pe care se sprijină atât ridicările nivelitice cât și lucrările de trasare pe teren a proiectelor de execuție.

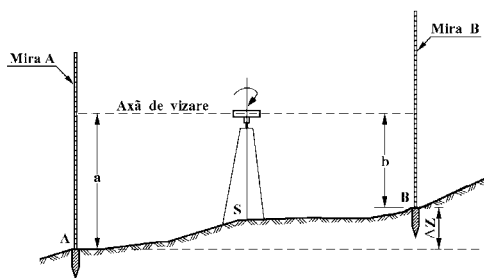


Fig. 3.1. Principiul nivelmentului geometric

- **Clasificarea nivelmentului geometric**

- După **modul de staționare a instrumentului de nivel**:

a. Nivelmentul geometric de mijloc, unde se staționează cu nivelul la mijlocul distanței dintre punctul de cotă cunoscută și punctul a cărui cotă trebuie să fie determinată, între care se va măsura o diferență de nivel (ΔZ).

b. Nivelmentul geometric de capăt, unde instrumentul de nivel se așează în punctul de cotă cunoscută, iar în punctul a cărui cotă trebuie să fie determinată se ține o miră în poziție verticală, între care se va obține o diferență de nivel (ΔZ).

- După **modul de determinare a diferențelor de nivel**:

a. Nivelmentul geometric simplu de mijloc și simplu de capăt, la care diferența de nivel (ΔZ) dintre punctul de cotă cunoscută și punctul sau punctele de cote necunoscute, se determină, dintr-o **singură stație**, care din punct de vedere practic corespunde unui **traseu scurt** de până la 90 – 150 m, unde se poate aplica **metoda radierii** de nivelment geometric.

b. Nivelmentul geometric compus de mijloc și compus de capăt, se aplică în cazul unor trasee lungi de până la 3-5 km sau mai mari, iar diferențele de nivel dintre punctele de pe traseul considerat rezultă din mai **multe stații**, prin **metoda drumuirii** de nivelment geometric.

3.4.2. INSTRUMENTE DE NIVELMENT GEOMETRIC

Instrumentele de nivel cu lunetă trebuie să realizeze în mod riguros orizontalizarea axei de vizare a lunetei, în dreptul căreia se efectuează citirile pe mirele verticale. Principala caracteristică a instrumentelor de nivel constă în faptul că, **luneta se rotește numai în plan orizontal**, ceea ce asigură realizarea vizelor orizontale, pe baza cărora se determină diferența de nivel dintre două puncte.

- După **modul de realizare a vizelor orizontale**, se disting următoarele **trei grupe** de instrumente de nivel:

– **nivele clasice cu orizontalizare manuală**, fără șurub de fină calare și cu șurub de fină calare;

– **nivele moderne cu orizontalizare automată**, ce se efectuează cu ajutorul unui compensator optic;

– **nivele electronice digitale**, care asigură automatizarea înregistrării citirilor pe miră și efectuarea observațiilor de nivelment.

a. Nivele clasice rigide cu orizontalizare manuală și cu șurub de fină calare

Instrumentele de nivel clasice rigide cu șurub de fină calare, s-au conceput în diferite tipuri constructive, fiind realizate cu o serie de modernizări ale sistemului mecanic și, în special, ale sistemului optic. În **schema de principiu** (fig.3.2), se prezintă:

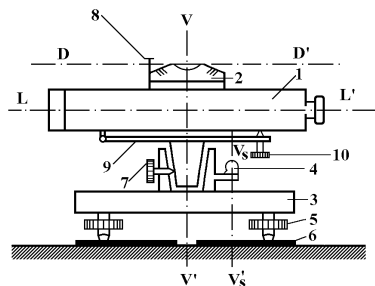


Fig.3.2. Nivele clasice cu șurub de fină calare

1- luneta, cu axa de vizare LL' ; 2- nivela torică, cu directricea DD' ; 3- ambaza sau suportul instrumentului; 4- nivela sferică, cu axa verticală $V_S V'_S$; 5- șuruburi de calare; 6- placa de tensiune; 7- șurub de blocare a mișcării lumetei în plan orizontal, în jurul axei verticale VV' ; 8- șurub de rectificare al nivelei torice; 9- traversă sau pârghie de basculare articulată la un capăt de corpul lunetă - nivelă torică, iar la celălalt capăt având un șurub de fină calare; 10- șurub de fină calare, care asigură înclinarea fină a ansamblului lunetă - nivelă torică, în plan vertical.

Se precizează că aproape toate nivelele din această grupă sunt realizate cu cercuri orizontale gradate (400^g) sau (360°). Cele patru axe ale unui nivel clasic, cu șurub de fină calare, trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

– **condiția de verticalitate**: axa principală VV' a instrumentului să fie verticală;

– **condiția de perpendicularitate**: directricea nivelei torice să fie perpendiculară pe axa principală $DD' \perp VV'$;

– **condiția de paralelism:** axa de vizare a lunetei să fie paralelă cu directricea nivelei torice $LL' \parallel DD'$, iar axa nivelei sferice să fie paralelă cu axa principală $V_sV'_s \parallel VV'$.

Pentru executarea corectă a observațiilor de nivelment, se efectuează, mai întâi o calare aproximativă cu ajutorul nivelei sferice (4), apoi calarea de precizie cu ajutorul nivelei torice (2). Orizontalizarea axei de vizare a lunetei LL' se face cu ajutorul nivelei torice obișnuite sau cu coincidență (2) și a șurubului de fină de calare (10), pentru fiecare viză în parte și se verifică de fiecare dată, înainte de efectuarea citirilor pe miră. În momentul aducerii bulei de aer a nivelei torice între repere, se consideră că, orizontalitatea este realizată, **iar cele două jumătăți ale bulei sunt aduse cap la cap sau în coincidență** (fig. 3.3.a și b). Observarea **coincidenței** dintre cele două jumătăți ale bulei, se face printr-un ocular situat în stânga lunetei, unde **imaginea este adusă prin intermediul unor prisme**, iar la unele instrumente de mare precizie, imaginea coincidenței bulei este adusă **direct în câmpul ocularului lunetei** (fig.3.3.c).

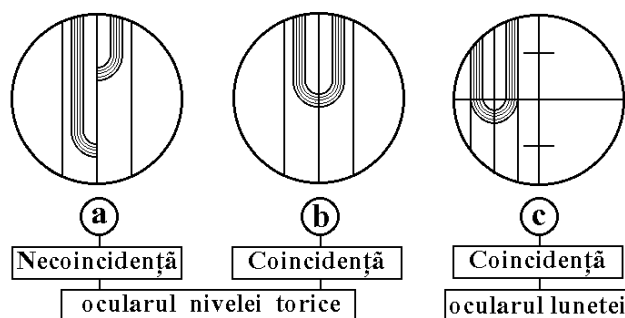


Fig. 3.3. Calarea de precizie cu nivela torică

În funcție de precizia de execuție a nivelmentului geometric, cu ajutorul nivelelor clasice cu nivelă torică de contact și șurub de fină calare, se disting următoarele tipuri constructive:

- **Nivele clasice de precizie medie ($\leq \pm 6 \text{ mm / km}$):** nivelul **5153-B**, realizat de firma **Filotecnica Salmoiraghi - Milano**; nivelul **Ni - B1 MOM - Budapesta**; nivelul **N10 Wild - Heerbrugg AG** și altele.

- **Nivele clasice de precizie ($\leq \pm 2 \text{ mm / km}$):** nivelele **5167** și **5169**, realizate de firma **Filotecnica Salmoiraghi - Milano**; nivelul **N2 Wild Heerbrugg AG** și nivelul **Ni - 030 Zeiss**.

- **Nivele clasice de înaltă precizie ($\leq \pm 0,5 \text{ mm / km}$):** **Ni A1 – MOM**

NA1; N3 – Wild; Ni 004 Zeiss și altele.

b. Nivele moderne cu orizontalizare automată a axei de vizare

În vederea creșterii randamentului ridicărilor nivelitice s-au conceput și realizat instrumente de nivelment geometric fără nivelă torică de contact. La aceste instrumente se realizează orizontalizarea automată a axei de vizare cu ajutorul unui **compensator**, după ce în prealabil se efectuează o calare aproximativă cu nivela sferică și șuruburile de calare. Din punct de vedere constructiv, se disting, **trei categorii de compensatoare**: cu pendul, cu nivelă și cu lichid. Precizia nivelelor cu orizontalizare automată a axei de vizare este determinată de puterea de mărire a lunetei și de precizia compensatorului folosit. În funcție de precizia de măsurare a diferențelor de nivel, se consideră următoarele tipuri constructive:

- **Nivele automate cu compensatoare cu pendul, de precizie medie ($\leq \pm 6$ mm / km):** 5173 Filotecnica Salmoiraghi-Milano; NI-D1 MOM-Budapesta; Ni 025 - Zeiss Jena; Ni 050 - Zeiss Jena, iar din generațiile mai noi se evidențiază nivela Ni 50 - Zeiss Jena.

- **Nivele automate cu compensatoare cu pendul, de precizie ($\leq \pm 2$ mm / km),** tipurile mai vechi: Ni-B3 MOM Budapesta și NA 2 Wild-Heerbrugg AG, iar din noua generație a nivelelor automate ale firmei Carl Zeiss - Jena se evidențiază: **nivelul Ni 30 și nivelul Ni 40.**

- **Nivele automate cu compensatoare cu pendul, de înaltă precizie ($\leq \pm 0,5$ mm / km):** 5190 Filotecnica Salmoiraghi; Koni 007 Zeiss; Ni 002 Zeiss și altele.

c. Nivele electronice digitale

Pentru execuția rețelelor de nivelment geometric de înaltă precizie și a măsurării unor deformații ale diferitelor construcții, s-au realizat, o serie nouă de nivele digitale. În acest scop, s-a implementat în nivelă un **detector electronic integrat**, iar mira clasică de nivelment a fost înlocuită cu o miră, care poartă o **riglă codificată**. Din punct de vedere principal, valorile culese de pe rigla codificată sunt sesizate cu o precizie ridicată, analizate de un calculator integrat și apoi stocate într-o memorie internă. Se menționează, că prin utilizarea nivelelor digitale de diferite tipuri constructive: **Zeiss, Wild, Leika** și altele, se ating precizii cuprinse între $\pm 0,3$ mm și $\pm 0,7$ mm pe kilometru de nivelment dublu.

3.4.3. MIRE DE NIVELMENT GEOMETRIC

1. Mirele topografice, denumite și mire centimetrice, ce se folosesc atât în ridicările de planimetrie, cât și în ridicările de nivelment, de precizie mică și medie (fig.3.4.a) sunt rigle confecționate din lemn uscat, cu lungimea de 2, 3 sau 4 m, lățimea 10 ... 14 cm și o grosime de 2 - 3 cm, realizate dintr-o singură bucată, pliante sau telescopice. Cele două capete ale mirei sunt protejate de rame metalice, iar la o înălțime de 1,25 m de la baza mirei sunt montate două mânere, ce servesc la ținerea mirei în poziție verticală. Pe o față a mirei sunt trasate diviziunile centimetrice, fiind grupate în primii cinci centimetri ai fiecărui decimetru sub forma literei E. Numerotarea diviziunilor se face la fiecare decimetru, prin metrii și decimetrii respectivi, începându-se cu baza mirei: 00; 01; 02; ... ; 10; 11;..., care se scriu drept sau răsturnat, în funcție de imaginea dată de luneta nivelei, în culoare neagră sau roșie pe fondul alb al mirei.

2. Mirele cu bandă de invar, se folosesc în cazul nivelmentului de precizie și de înaltă precizie împreună cu nivele de precizie prevăzute cu micrometru optic (fig.3.4.b) sunt confecționate din lemn uscat, având lungimea de 1,75 m și de 3,0 m, nefiind pliabile în timpul transportului. Pe mijlocul mirei este fixată rigid o **bandă de invar** (aliaj de 64% oțel și 36% nichel, cu un coeficient de dilatație de $\pm 0,0008$ mm pe metru și grad Celsius) cu lățimea de 2,5 cm și cu lungimea egală cu a mirei.

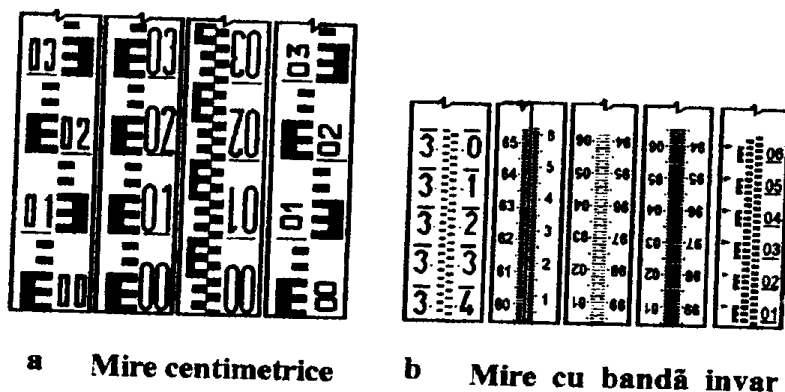


Fig.3.4. Mire de nivelment geometric

3.4.4. NIVELMENTUL GEOMETRIC DE MIJLOC SIMPLU

Se bazează pe principiul staționării cu instrumentul de nivel la mijlocul distanței dintre cele două puncte între care se determină diferența de nivel. Instalarea nivelei se poate face pe aliniamentul dintre punctele considerate sau lateral față de acesta, dar cu condiția păstrării egalității distanțelor de la aparat

până la cele două puncte, cu o abatere de 1-2 m.

Distanța dintre instrumentul de nivel și miră se numește **portee**, iar distanța dintre cele două mire consecutive de pe traseul de nivelment se numește **niveleu**. Se consideră punctele A și B și se cere măsurarea diferenței de nivel ΔZ_{AB} dintre cele două puncte și determinarea cotei punctului B, în raport cu cota cunoscută a punctului A (fig.3.5).

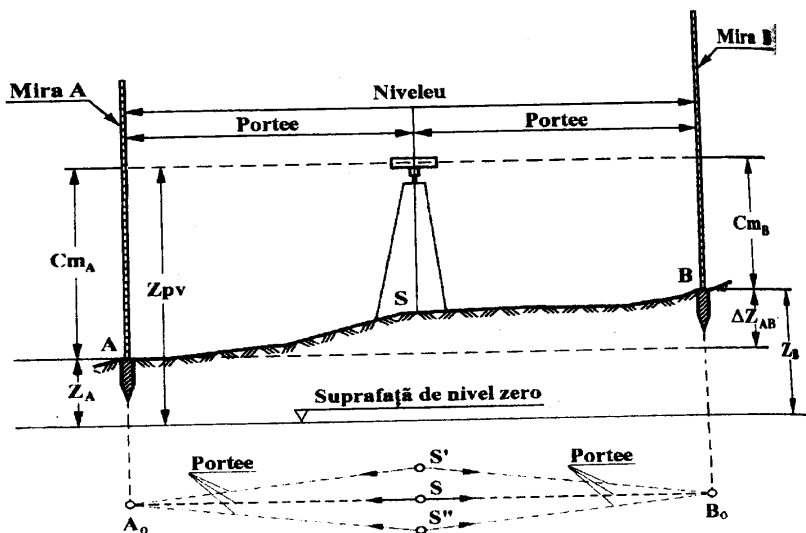


Fig.3.5. Nivelmentul geometric de mijloc
simplu

a. În **faza de teren** se execută următoarele lucrări:

- Se așează instrumentul de nivel în poziție corectă de lucru, în punctul de stație S, unde se efectuează calarea aproximativă și calarea de precizie, în funcție de tipul de nivelă folosit;

- Se ține câte o miră cu diviziunea zero pe reperul din punctul A și din punctul B, în poziție perfect verticală;

- Se efectuează citirile pe miră la cele trei fire, mai întâi pe mira din **punctul A**, considerat în mod convențional **punct înapoi**, unde se vor obține citirile: C_{mA} la firul nivelor și C_{SA} , C_{JA} la firele stadimetrice de sus și de jos și apoi pe mira din **punctul B**, considerat **punct înainte**, cu citirile: C_{mB} și C_{SB} , C_{JB} .

- Se verifică citirile efectuate la cele trei fire, cu relația: $C_m = \frac{C_s + C_j}{2}$ sau

$(C_s - C_m) = (C_m - C_j)$, în limitele unei abateri admisibile de până la 1-2 mm;

b. În **faza de calcul**, se determină cota punctului B (Z_B), în funcție de cota

cunoscută a punctului A (Z_A), în următoarele două moduri:

- **Cu ajutorul diferenței de nivel** dintre cele două puncte

$\Delta Z_{AB} = C_{m_A} - C_{m_B}$, în care:

C_{m_A} - citirea la firul reticular nivelor pe mira din punctul A;

C_{m_B} - citirea la firul reticular nivelor pe mira din punctul B.

Diferența de nivel dintre cele două puncte ΔZ_{AB} poate să fie pozitivă sau negativă, în funcție de citirea de pe mira din punctul înapoi, care poate să fie mai mare sau mai mică decât citirea de pe mira din punctul înainte.

Cota **punctului B** este egală cu cota cunoscută a punctului A, la care se adună algebric diferența de nivel ΔZ_{AB} , obținându-se: $Z_B = Z_A + \Delta Z_{AB}$

Exemplu: se consideră citirile pe mira din **punctul A**: $C_s=2752$; $C_j=2304$; $C_m=2528$ și citirile pe mira din **B**: $C_s=1516$; $C_j=0990$; $C_m=1253$ și cota punctului A: $Z_A = 45,421$ m.

Se calculează: $\Delta Z_{AB} = C_{m_A} - C_{m_B} = 2,528 - 1,253 = 1,275$ m și

$$Z_B = Z_A + \Delta Z_{AB} = 45,421 + 1,275 = 46,696 \text{ m.}$$

- **Cu ajutorul cotei planului de viză.**

Se determină mai întâi cota planului de viză (Z_{pv}) al instrumentului de nivel, din punctul de stație S, cu relația: $Z_{pv} = Z_A + C_{m_A}$.

În continuare, se calculează cota punctului B ca fiind egală cu diferența dintre cota planului de viză (Z_{pv}) și citirea pe mira din punctul B, a cărei cotă trebuie să fie determinată: $Z_B = Z_{pv} - C_{m_B}$

Exemplu: $Z_{pv} = Z_A + C_{m_A} = 45,421 + 2,528 = 47,949$ m;

$$Z_B = Z_{pv} - C_{m_B} = 47,949 - 1,253 = 46,696 \text{ m.}$$

Din punct de vedere practic, **procedeul diferenței de nivel**, se folosește la calculul drumuirilor de nivelment geometric, iar **procedeul cotei planului de viză**, denumit și procedeul orizontului instrumentului, se recomandă pentru calculul cotelor punctelor de radiere și de pe profilele transversale de nivelment geometric.

3.4.5. NIVELMENTUL GEOMETRIC DE CAPĂT SIMPLU

În cazul nivelmentului geometric de capăt sau înainte, se staționează cu instrumentul de nivel, în punctul A de cotă cunoscută (Z_A), iar mira se ține în poziție verticală în punctul B, de cotă necunoscută (fig. 3.6.).

- În faza de teren**, se execută următoarele operații:

- Se așează instrumentul de nivel în poziție corectă de lucru în punctul A și

se calează aproximativ, apoi în mod definitiv;

- Se măsoară înălțimea aparatului (I) deasupra punctului de stație A, pe verticala respectivă, până la axa de vizare, cu ajutorul mirei topografice sau a unei rulete;

- Se ține o miră în poziție verticală, cu diviziunea zero pe reperul punctului B, și se efectuează citirile la cele trei fire și se verifică, în limitele unei abateri de 1-2 mm..

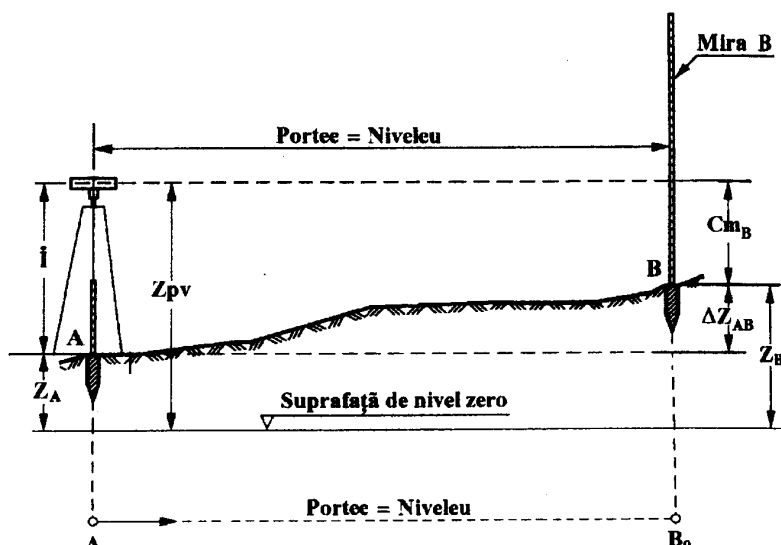


Fig.3.6. Nivelmentul geometric de capăt
simplu

b. În faza de calcul, se determină cota punctului B (Z_B) în raport cu cota cunoscută a punctului A (Z_A), prin folosirea diferenței de nivel și a cotei planului de viză:

• Cu ajutorul diferenței de nivel, care în cazul nivelmentului geometric de capăt se obține ca diferență între înălțimea aparatului (I) și citirea pe mira din punctul de cotă necunoscută Cm_B , cu relația: $\Delta Z_{AB} = (I - Cm_B)$. **Cota punctului B** se calculează cu formula: $Z_B = Z_A + \Delta Z_{AB}$.

• Cu ajutorul cotei planului de viză

Se calculează cota planului de viză (Z_{pv}) prin însumarea la cota cunoscută a punctului de stație A a înălțimii aparatului (I) $Z_{pv} = Z_A + I$. **Cota punctului B** se obține cu relația: $Z_B = Z_{pv} - Cm_B$.

Sub aspectul **preciziei** de determinare a diferențelor de nivel, se apreciază că

nivelmentul de capăt este mai puțin precis decât nivelmentul geometric de mijloc.

Din punct de vedere principal, se evidențiază următoarele particularități ale celor două feluri de nivelment:

- diferența de nivel determinată prin nivelmentul geometric de mijloc, se obține cu o precizie de 1...3 mm, în funcție de cele două citiri efectuate pe mirele din punctele considerate;

- diferența de nivel se calculează în cazul nivelmentului de capăt, între înălțimea aparatului (I), care se măsoară cu o eroare de 1...3 cm și citirea pe mira din punctul a cărui cotă trebuie să fie determinată;

- prin staționarea cu instrumentul de nivel la mijlocul distanței dintre două puncte date, se elimină, atât influența curburii pământului și a refracției atmosferice, cât și eventuala eroare produsă de neparalelismul dintre axa de vizare și directricea nivelei torice;

- prin staționarea cu instrumentul de nivel în unul din cele două capete ale unui aliniament, se precizează că efectul erorilor menționate mai sus, este cu atât mai mare, cu cât crește distanța de la aparat la punctul de cotă necunoscută, care în general nu trebuie să depășească 150 m.

Nivelmentul geometric de mijloc, se aplică la executarea drumurilor de nivelment sprijinite, în circuit, cu punct nodal și sub formă de poligoane, iar nivelmentul geometric de capăt, se folosește, în cazul radierilor de nivelment și a profilelor transversale.



ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

- ✎ Enumerați următoarele noțiuni de bază folosite în ridicările de nivelment: suprafață de nivel zero, cotă absolută, cotă relativă și diferența de nivel.
- ✎ Descrieți principiul de bază al ridicărilor de nivelment.
- ✂ Care sunt rețelele de sprijin ale ridicărilor de nivelment
- ✎ Definiți principiul și modul de clasificare a nivelmentului geometric.
- ✎ Descrieți părțile componente ale nivelelor clasice rigide cu orizontalizare manuală și cu șurub de fină calare.
- ✎ Caracterizați nivelele topografice și nivelele cu bandă invar.

- ✂ Care este principiul determinării diferențelor de nivel prin metoda nivelmentului geometric simplu de mijloc
- ✂ Care este principiul determinării diferențelor de nivel prin metoda nivelmentului geometric simplu de capăt

TAHIMETRIA

4.1. GENERALITĂȚI

Tahimetria este partea topografiei care se ocupă cu studiul instrumentelor și a metodelor de determinare simultană a poziției planimetrice și nivelitice a punctelor suprafeței topografice.

Denumirea de **tahimetrie** derivă de la cuvintele din limba greacă: **tachys** – repede; **metron** – măsurare, ceea ce înseamnă ridicare rapidă.

Ridicările tahimetrice sunt rapide, deoarece măsurarea distanțelor se face pe cale indirectă: optică, electro-optică sau electro-magnetică, măsurându-se în același timp, unghiurile orizontale, verticale și diferențele de nivel, ceea ce permite ca, numai printr-o singură viză de la punctul de stație la un punct oarecare de pe teren, să se determine poziția punctului în raport cu punctul de stație, în plan și pe verticală, într-un sistem de coordonate triaxial.

Tahimetria se aplică cu rezultate foarte bune la ridicarea suprafețelor de teren din zonele cu relief accidentat; peste cursuri de apă; pe șantierele de construcții și în localități, unde măsurarea directă a distanțelor cu panglica de oțel de 50 m este dificilă, iar măsurarea indirectă a distanțelor este mult mai rapidă și asigură aceleași precizii, iar uneori precizii superioare.

În funcție de tahimetrele folosite pe teren la măsurarea elementelor topografice, se disting următoarele trei categorii de ridicări tahimetrice:

- **Tahimetrie clasică**, care utilizează teodolite-tahimetre prevăzute cu lunetă stadimetrică și mire centimetrice, cu ajutorul cărora, se determină pe cale optică distanțele orizontale sau înclinate dintre puncte;

- **Tahimetrie modernă**, care utilizează tahimetre autoreductoare și mire tahimetrice speciale, cu ajutorul cărora, se obține direct pe teren distanțele reduse la orizont și diferențele de nivel dintre puncte;

- **Tahimetrie electronică**, care utilizează stații totale de măsurare, ce poartă denumirea și de tahimetre electronice, cu ajutorul cărora se măsoară pe baza programelor integrate și a funcțiilor automate de care dispun, atât unghiurile orizontale și verticale, cu o precizie de $2'' \div 5''$, cât și distanțele, cu o precizie de $2 \text{ mm} \div 5 \text{ mm}$.

4.2. TAHIMETRE CLASICE

Tahimetrele clasice sunt instrumente prevăzute cu luneta stadimetrică, cu fire stadimetrice orizontale și verticale. Măsurarea optică a distanțelor cu ajutorul tahimetrelor cu lunetă stadimetrică se face folosindu-se mire verticale sau mire orizontale, fiind mai practică metoda care utilizează mire verticale. În grupa tahimetrelor clasice se includ următoarele tipuri constructive: **Zeiss – Jena 030; 020; 020A; 120; 080; 080A; Wild T1A; T16; MOM TE-D2; Meopta; Salmoiraghi** și altele.

4.2.1. MĂSURAREA INDIRECTĂ A DISTANȚELOR CU TAHIMETRE CLASICE

În cadrul ridicărilor tahimetrice, distanțele se măsoară și indirect, pe cale optică, cu ajutorul tahimetrelor cu lunetă stadimetrică și a mirelor topografice. Din punct de vedere practic, se măsoară distanțe orizontale (D_0), în cazul terenurilor plane și distanțe înclinate (D_i), în condițiile terenurilor cu relief accidentat.

a. Măsurarea indirectă a distanțelor cu luneta orizontală și mira verticală

Pentru măsurarea distanței orizontale (Do_{AB}), în cazul terenurilor plane, dintre două puncte A și B, se instalează **tahimetrul în punctul A**, iar în **punctul B**, se ține în poziția verticală o miră topografică. Se vizează cu luneta orizontală și perpendiculară pe mira topografică verticală din punctul B și se efectuează citirile pe miră, în dreptul celor două fire stadimetrice orizontale, obținându-se citirile:

$$L_1 = 1258 \text{ mm și } L_2 = 1797 \text{ mm .}$$

Se calculează distanța orizontală Do_{AB} , cu formula:

$$Do_{AB} = K \cdot H_{AB} = K(L_2 - L_1), \text{ unde:}$$

K – constanta stadimetrică, care este egală cu 100 sau 200;

H_{AB} – numărul generator, care se calculează în funcție de citirile efectuate la firele stadimetrice pe mira din punctul B cu relația:

$$H_{AB} = (L_2 - L_1) = (1797 - 1258) = 539 \text{ mm .}$$

Deci, distanța orizontală (Do_{AB}) este: $Do_{AB} = 100 \cdot 539 \text{ mm} = 53,9 \text{ m}.$

Precizia de măsurare a distanțelor pe cale optică cu ajutorul tahimetrelor clasice este de $\pm 10 \text{ cm} \dots \pm 20 \text{ cm}$ la 100 m.

b. Măsurarea indirectă a distanțelor cu luneta înclinată și mira verticală

În condițiile terenurilor înclinate, luneta tahimetrului este înclinată în sens pozitiv sau negativ, cu valoarea unghiului de pantă (α) sau a unghiului zenital (Z), iar axa de vizare nu mai este perpendiculară pe mira ținută vertical în punctul B.

În acest caz, numărul generator $H_{AB} = (L_2 - L_1)$ este mai mare decât numărul generator $H'_{AB} = (L'_2 - L'_1)$, care se obține numai atunci când mira este perpendiculară pe direcția axei de vizare a tahimetrului.

Pentru măsurarea distanței înclinate (Di_{AB}), în condițiile terenurilor accidentale, dintre punctele A și B, se efectuează următoarele operații:

- se instalează tahimetrul în punctul A;
- se măsoară înălțimea tahimetrului în stație : $I = 1,50$ m;
- se ține în poziție verticală o miră în punctul B;
- se vizează mira din punctul B cu firul nivelor (L_0) la înălțimea aparatului din punctul de stație : $L_0 = I = 1500$ mm;
- se efectuează citiri pe miră la cele două fire stadimetrice: $L_1 = 1375$ mm și $L_2 = 1625$ mm;
- Se verifică pe teren citirile efectuate la firele stadimetrice cu relația:

$$L_0 = \frac{L_1 + L_2}{2} = \frac{1375 + 1625}{2} = 1500 \text{ mm};$$
- Se citește pe cercul vertical (V) în poziția I-a a lunetei (eclimetrul în stânga), valoarea unghiului zenital: $Z = 91^g 82^c 00^{cc}$.

În **faza de calcul**, se determină, mai întâi, distanța înclinată (Di_{AB}) și apoi distanța orizontală (Do_{AB}), pe baza elementelor măsurate pe teren, cu ajutorul formulelor:

$$Di_{AB} = KH_{AB} \cdot \sin Z_{AB} = K(L_2 - L_1) \sin Z_{AB} = 100(1625 - 1375) \sin Z = 100 \cdot 250 \text{ mm} \cdot \sin Z_{AB} = 25,0 \text{ m} \cdot \sin Z_{AB}$$

$$Do_{AB} = Di_{AB} \cdot \sin Z_{AB} = KH_{AB} \sin Z_{AB} \cdot \sin Z_{AB} = K(L_2 - L_1) \sin^2 Z_{AB} = 25,0 \text{ m} \cdot \sin^2 91^g 82'00'' = 24,59 \text{ m}$$

Lungimea distanțelor măsurate pe cale optică cu ajutorul tahimetrelor clasice trebuie să fie cuprinsă între 150 m și până la 300 m.

4.2.2. PRINCIPIUL RIDICĂRII TAHIMETRICE

Constă din determinarea coordonatelor absolute (X, Y, Z) ale unui **punct nou B**, în funcție de **punctul vechi A**, pe baza elementelor liniare și unghiulare

măsurate pe teren, din punctul vechi, către punctul nou: $Di_{AB} = KH_{AB} \cdot \sin Z_{AB}$;
 θ_{AB} și Z_{AB} ; pe baza cărora, se efectuează, următoarele operații de calcul:

- se reduce la orizont distanța înclinată Di_{AB} , cu relația:

$$Do_{AB} = Di_{AB} \cdot \sin Z = KH_{AB} \sin^2 Z_{AB}$$

- se calculează coordonatele rectangulare relative plane:

$$\Delta X_{AB} = Do_{AB} \cos \theta_{AB} = KH_{AB} \sin^2 Z_{AB} \cos \theta_{AB}$$

$$\Delta Y_{AB} = Do_{AB} \sin \theta_{AB} = KH_{AB} \sin^2 Z_{AB} \sin \theta_{AB}$$

- se calculează diferențele de nivel:

$$\Delta Z_{AB} = Do_{AB} \operatorname{ctg} Z_{AB} = KH_{AB} \sin^2 Z_{AB} \frac{\cos Z_{AB}}{\sin Z_{AB}} = KH_{AB} \sin Z_{AB} \cos Z_{AB}$$

- se calculează coordonatele absolute spațiale ale punctului B:

$$X_B = X_A + \Delta X_{AB}$$

$$Y_B = Y_A + \Delta Y_{AB}$$

$$Z_B = Z_A + \Delta Z_{AB}$$

Ridicările tahimetrice se sprijină pe punctele rețelelor geodezice de planimetrie și de nivelment, fiind executate prin aceleași metode cunoscute de la planimetrie și de nivelment, din care, se precizează:

- metoda drumirii tahimetrice sprijinite sau închise;
- metoda drumirii combinată cu metoda radierilor;
- metoda drumirii combinată cu metoda profilelor transversale;
- metoda radierilor tahimetrice, pe suprafețe mici.

Operațiile din faza de teren ale unei drumiri tahimetrice sunt identice cu cele prezentate în cazul unei drumiri planimetrice, cu deosebirea că distanțele se măsoară pe cale optică.

4.3. TAHIMETRE AUTOREDUCTOARE

Tahimetrele autoreductoare au fost concepute cu diferite principii constructive de măsurare a distanțelor orizontale sau înclinate, a diferențelor de nivel, a pantelor și a unghiurilor , care asigură o precizie superioară față de tahimetrele clasice.

În funcție de principiul determinării distanței pe cale optică, cu ajutorul tahimetrelor autoreductoare, se disting următoarele tipuri:

- a. Tipul Sanguet**, cu precizia de 1/1000, utilizate pentru măsurarea distanțelor orizontale;

- b. Tipul Tari**, cu precizia de 1/3000 utilizate pentru măsurarea distanțelor orizontale;
- c. Autoreductoare cu diagrama de TIPUL I** (curbe diagrame trasate simetric față de axa de vizare a lunetei): **KERN DKR, HAMMER-FENNEL**;
- d. Autoreductoare cu diagrama de TIPUL II** (curbe diagrame trasate față de curba de origine, cu care se vizează pe miră la înălțimea instrumentului): **DAHLTA 020, DAHLTA 010A, DAHLTA 010B, WILD RDS**;
- e. Autoreductoare cu dublă imagine (cu refracție)**, cu ajutorul cărora se măsoară distanțe orizontale cu precizia de $\pm 1 - 2$ cm / 100 m și diferențe de nivel cu precizia ± 4 cm / 100 m: **ZEISS-REDTA 002, KERN DK-RT, WILD RDH**;
- f. Tahimetre telemetrice - cu baza fixă**, având baza $B = 10.0$ m pentru marină și baza $B = 0.8$ m pentru ridicări la scări mici, care asigură o precizie de 2.5 m / 500 m **TELEMETRE STEREO SCOPICE**;
- g. Tahimetre telemetrice - cu baza variabilă și unghi paralactic constant**, cu ajutorul cărora se măsoară distanțe cu o precizie de ± 6 cm / 100 m, fără ajutorul semnalelor până la distanțe de 60 m și cu ajutorul semnalelor pentru lungimi de până la 180 m: **ZEISS BRT-006**.

4.4. TAHIMETRE ELECTRONICE

4.4.1. CONSIDERAȚII GENERALE

Tahimetrele electronice denumite și stații inteligente sau stații totale, reprezintă o generație nouă de aparate care cuprind realizări de vârf ale mecanicii fine, ale electronicii și ale opticii. Concepția constructivă a unui astfel de tahimetru reunește în cadrul unei singure unități portabile, de dimensiunile și aspectul unui teodolit obișnuit, componentele necesare măsurării cu ajutorul undelor electromagnetice a următoarelor elemente:

- unghiuri orizontale și verticale;
- distanțe înclinate și / sau distanțe reduse la orizont;
- coordonate rectangulare relative ΔX și ΔY ;
- diferențe de nivel ΔZ .

Din punct de vedere practic elementele unghiulare și liniare menționate mai sus, se măsoară, între punctul de stație și punctul vizat iar pe baza programului de calcul se determină în teren, distanțele reduse la orizont, coordonatele relative ΔX , ΔY și ΔZ și coordonatele absolute X, Y, Z ale punctelor de drumuire precum și a punctelor radiate.

Stațiile totale de măsurare dispun de un centru de memorie propriu și de o memorie exterioară, precum și de o serie de programe de calcul specifice măsurătorilor topo-geodezice care sunt utilizate în ridicările topografice. Datele măsurate și calculate sunt memorate și apoi transferate în memoria unui P. C., unde cu ajutorul unor programe de prelucrare se determină componentele grafice, ce se desenează în sistem automatizat cu plotere atașate la P.C. Utilizarea tahimetrelor electronice în măsurătorile topo-geodezice asigură obținerea datelor de teren în formă digitală și automatizarea procesului de prelucrare, arhivare și editare a bazei de date.

Tahimetrele electronice au fost concepute și realizate de către diverse firme constructoare, dintre care, se remarcă firmele: Zeiss – Oberkochen, din Germania; **Leica – Heerbrugg**, din Elveția; **Sokkia – Japonia** și altele.

4.4.2. PRINCIPALELE PĂRȚI COMPONENTE ALE TAHIMETRULUI ELECTRONIC REC ELTA 13C ZEISS

Tahimetrul electronic Rec Elta 13C (fig.4.1.) este compus din tahimetrul propriu-zis și o unitate de calcul și de memorie a datelor, unde se disting următoarele părți componente:

- un cerc orizontal și unul vertical, electronice;
- o lunetă și distomatul pentru măsurarea distanțelor.
- un ecran cu patru linii de afișaj cu câte 40 de caractere fiecare, având rezoluția de 240x30 pixeli;
- o tastatură formată din 24 taste (butoane) cu funcții multiple;
- interfață RS 232 C de comunicație cu computerul și memorie interschimbabilă Mem E;
- memorie internă de 500 linii;
- memorie externă – cartelă PCMCIA – 1Mb;
- generator de semnal acustic;
- acumulatori de alimentare de 4.8 V și 2 Ah.

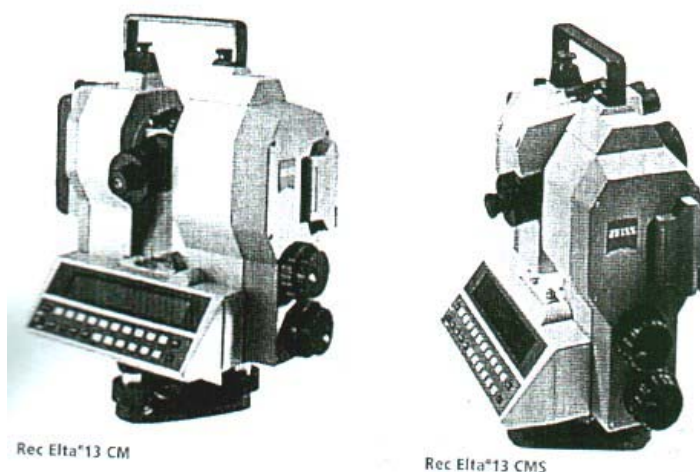


Fig. 4.1. Stația totală REC ELTA 13 CM ZEISS

Transferul datelor măsurate și memorate în *unitatea REC E*, se face fie *on-line* cu ajutorul *interfaței* la echipamentul periferic, în teren sau la birou, fie *off-line* la convertorul *DACE* cu ajutorul memoriei interschimbabile Mem E.

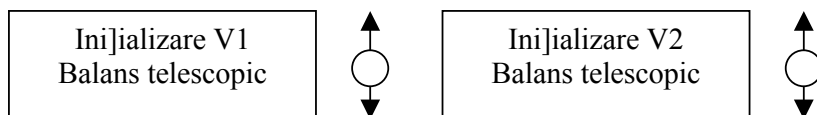
4.4.3. MODUL DE LUCRU CU TAHIMETRUL ELECTRONIC REC ELTA 13 C.

În vederea executării măsurătorilor de teren, cu tahimetrul electronic Rec Elta 13 C, se vor parcurge, următoarele etape:

1. Inițializarea tahimetrului

După instalarea în stație (centrare, calare) aparatul se pornește apăsând tasta **ON**, apărând pe ecran denumirea aparatului.

Pentru a se putea lucra cu Rec Elta 13C, este necesar să se inițializeze cercul orizontal și cercul vertical. Se inițializează, mai întâi, cercul vertical prin mișcarea lunetei în sus și în jos, urmărindu-se ecranul și răspunzând la indicațiile existente pe acesta (toate prescripțiile sunt în limba română).



Apoi se inițializează cercul orizontal, mișcând tahimetrul în plan orizontal, urmărind mesajele pe ecran.



2. Introducerea datelor inițiale pentru măsurare

Pentru începerea măsurărilor, într-un punct de stație se vor introduce cu ajutorul tastelor **INP** și **ENT** următoarele date: înălțimea aparatului în stație; constanta adiacentă a prisme; temperatura aerului; presiunea aerului; scara 1 000 000, care reprezintă de fapt raportul dintre distanța calculată din coordonate și distanța măsurată în teren între aceleași puncte; constanta PPM (-5 000, 5 000).

3. Moduri de măsurare. Pentru executarea măsurărilor în teren aparatul dispune de următoarele programe:

➤ Programul MĂSURARE

- Realizează măsurarea următoarelor elemente liniare și unghiulare din teren: distanța înclinată între aparat și prismă; unghiul orizontal sau orientarea; unghiul vertical.
- Realizează calculul direct pe teren a următoarelor elemente: distanța redusă la orizont; coordonatele relative (ΔX și ΔY) și diferența de nivel (ΔZ) dintre aparat și punctul vizat.

➤ Programul COORDONATE

Acest program dă posibilitatea executării drumuirilor tahimetrice sprijinite sau în circuit închis, pornindu-se de la punctele staționate de coordonate cunoscute și calculându-se direct în teren coordonatele punctelor de drumuire și a celor radiate. De asemenea, prin definirea punctelor unui contur măsurat, se calculează direct suprafața conturului considerat.

➤ Programul SPECIAL

Cu ajutorul acestui program se realizează lucrări de topografie inginerească: trasări de alinamente, unghiuri, pante, racordări de alinamente, taluze, suprafețe de secțiuni transversale etc.

➤ Programul RECTIFICĂRI / SETARE

Acest program dă posibilitatea operatorului să aleagă unitățile de măsură folosite pentru măsurătorile din teren. De asemenea, se pot verifica, cu acest program, parametrii de funcționare ai aparatului Rec Elta 13C.

➤ Programul TRANSFER DATE

Acest program realizează transferul reciproc de date dintre aparat și un PC, imprimantă, modem, bandă magnetică etc.

➤ Program EDITOR

Cu acest program se efectuează modificarea și completarea înregistrărilor realizate în teren.

➤ Program DOS – PC

Existența acestui program îi dă posibilitatea operatorului topograf să utilizeze programele și datele aflate în memoria exterioară a aparatului de pe cartela magnetică PCMCIA.

4.4.4. REALIZAREA UNUI TUR DE ORIZONT CU AJUTORUL TAHIMETRULUI REC ELTA 13C

În vederea realizării unui tur de orizont, într-un punct de stație al unei drumuiri tahimetrice, se vor efectua următoarele operații:

• **Etapa I-a: așezarea în stație a aparatului** cuprinde:

- **centrarea aparatului** – firul cu plumb sau centrarea optică să fie pe punctul de stație și masa trepiedului să fie cât mai orizontală;
- **calarea aparatului** – axa ZZ a aparatului să coincidă cu verticala locului ce trece prin punctul topografic, care se realizează cu ajutorul nivelei torice de calare și a șuruburilor de calare din ambază. Se precizează că dacă nu s-

a efectuat corect calarea, aparatul va afișa, pentru direcția măsurată, numai zecile și sutele de grade, fără minute și secunde.

• Etapa a II –a: orientarea aparaturii pe direcția nord magnetic:

- se pornește aparatul apăsând tasta **ON**;
- se inițializează cercurile aparatului;
- se introduc datele de bază în aparat cu tasta **INP**;
- se apelează programul **MĂSURARE** cu tasta **1**;
- se apelează sub-programul **Set Hz** cu tasta **FCT + 8**;

Dacă se orientează aparatul spre nordul magnetic cu un declinator sau o busolă, atunci se va mișca, în plan orizontal aparatul până se stabilește pe busolă sau declinator direcția nord magnetic, după care, se va introduce în aparat **orientarea ZERO** ($0^{\circ} 00' 00''$).

Dacă se orientează aparatul spre direcția nord geografic, utilizând o **orientare cunoscută**, atunci va trebui să se vizeze, mai întâi, punctul cunoscut, după care se va introduce în aparat orientarea cunoscută.

În ambele situații, după **introducerea** lui **zero** sau a orientării cunoscute se va apăsa tasta **ENT** de două ori.

• Etapa a III – a: efectuarea observațiilor pentru punctele de drumuire și de radiere

După așezarea în stație a aparatului (centrare, calare și orientarea aparatului), se va intra în programul **MĂSURARE**. Apoi, după ce apar elementele programului **MĂSURARE** pe ecran, se va viza primul punct din turul de orizont al drumuirii tahimetrice – **punctul înapoi**, după următorii pași:

- se vizează punctul, considerat punct înapoi;
- se introduce denumirea punctului care se scrie cu ajutorul alfabetului și a numerelor existente în memoria aparatului, utilizându-se tasta **ABC**;
- se apasă tasta **ENT** – care memorează numărul punctului vizat și toate datele măsurate pentru direcția respectivă.

- Pentru punctele radiate, se folosesc, diferite coduri pentru același tip de punct vizat, ceea ce facilitează unirea punctelor la întocmirea planului topografic.

Operațiile descrise pentru prima direcție din turul de orizont se repetă pentru fiecare direcție vizată, în sensul acelor de ceasornic, și pentru toate punctele măsurate în turul de orizont. După măsurarea tuturor punctelor din turul de orizont, se închide turul de orizont, citind din nou direcția de origine, unde va trebui să se găsească aceeași mărime a orientării care trebuie să se încadrează în toleranță.

Operațiile descrise la realizarea unui tur de orizont, se repetă succesiv în toate stațiile drumuirii tahimetrice.

4.4.5. ÎNTOCMIREA PLANURILOR TOPOGRAFICE, ÎN CAZUL RIDICĂRILOR TAHIMETRICE CU AJUTORUL STAȚIILOR TOTALE DE MĂSURARE

În funcție de datele măsurate și calculate pe teren cu ajutorul stațiilor totale de măsurare de tipul REC ELTA, seriile 3,5,13C și a utilizării unui calculator compatibil IBM-PC, se vor parcurge următoarele etape pentru realizarea în sistem automatizat a reprezentării grafice a suprafețelor de teren, care au făcut obiectul ridicării topografice.

- **Transferarea datelor din memoria tahimetrului electronic în memoria calculatorului** prin utilizarea meniului TRANSFER DATE al aparatului și a programului **RECPCE.EXE**, existent pe dischetă.

- **Prelucrarea datelor măsurate**, după un program specializat, în vederea obținerii coordonatelor punctelor măsurate. În cazul utilizării la execuția măsurătorilor a meniului DRUMUIRE, **coordonatele x, y și z** ale punctelor de radiere sunt prelucrate pe teren, iar pe baza lor se poate trece la reprezentarea grafică pe ecran.

- **Folosirea unui program** care să realizeze pe ecranul calculatorului **raportarea grafică** a punctelor de drumuire și de radiere determinate prin **coordonatele spațiale x, y și z**.

• **Transferarea** reprezentării grafice realizate pe **ecranul calculatorului** la un plotter (masă de desen), cu ajutorul căruia se efectuează transpunerea pe un suport nedeformabil (hârtie albă, hârtie calc, carton, celuloid) a planului topografic.

Dacă se cunosc coordonatele x , y și z ale punctelor de drumuire și de radiere se poate utiliza un program AUTOCAD scris în LISP, denumit TOPO.LSP. În cadrul acestui program se introduce numele fișierului de date, de exemplu C: DATE.TXT, apoi scara de reprezentare (maxim 1: 50 000), după care, programul raportează în sistem automatizat punctele rețelei de sprijin și de ridicare. Unirea punctelor raportate se face cu ajutorul programului utilizat, conform schiței generale de teren. **Planul topografic** obținut pe ecranul calculatorului se transpune, cu ajutorul plotterului, pe un suport nedeformabil.



ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

- ✂ Ce este tahimetria și care sunt instrumentele folosite în ridicările tahimetrice
- ✍ Descrieți modul de măsurare indirectă a distanțelor cu tahimetre clasice.
- ✍ Definiți principiul de bază al ridicărilor tahimetrice clasice.
- ✍ Enumerați principalele tipuri de tahimetre autoreductoare.
- ✍ Prezentați principalele părți componente ale tahimetrului electronic de tipul REC ELTA 13C Zeiss.
- ✂ Care sunt etapele și operațiile de inițializare, de introducere a datelor inițiale și de măsurare a elementelor unghiulare și liniare cu tahimetrul electronic de tipul REC ELTA 13C Zeiss.
- ✍ Enumerați operațiile efectuate în cadrul unui tur de orizont cu ajutorul tahimetrului electronic REC ELTA 13C Zeiss.
- ✍ Descrieți modul de întocmire a planurilor topografice, în sistem automatizat, pe baza ridicărilor cu ajutorul stațiilor totale de măsurare.

DESEN TEHNIC

CAPITOLUL 5

ELEMENTE DE DESEN CARTOGRAFIC

Hărțile și planurile topografice se execută din punct de vedere cartografic, într-un sistem de referință unic și în baza condițiilor de reprezentare grafică prevăzute în normele tehnice de întocmire, redactare și editare a documentațiilor cartografice.

5.1. Scrierea Cartografică

Conținutul hărților și planurilor topografice este format din semnele convenționale ale elementelor reprezentate și din inscripțiile topice și explicative. Toate denumirile și titlurile se vor înscrie, pe baza normelor și cerințelor impuse modului de redactare a hărților și planurilor topografice. În acest scop, se folosește **“scrierea cartografică”** pentru următoarele inscripții:

- nomenclatura hărții sau planului, valorile numerice ale rețelei geografice și rectangulare și toate datele cartografice ale cadrului;
- denumirea punctelor rețelei geodezice;
- denumirea localităților și a căilor de comunicație;
- denumirea topică a munților, dealurilor, câmpiilor; a rețelei hidrografice; a pădurilor și a altor detalii naturale sau artificiale ce se reprezintă pe hărți și planuri topografice;
- valorile numerice ale cotelor punctelor rețelei de bază, a celor caracteristice, nivelul apelor, înălțimea arborilor din păduri, lățimea drumurilor și altele.

Pentru scrierea acestor elemente, s-au stabilit reguli cu privire la folosirea caracterelor de scriere, în raport cu importanța și mărimea elementelor sau a suprafețelor și cu scara de raportare. La executarea scrierii cartografice trebuie să fie respectate o serie de reguli geometrice și artistice, care să asigure claritatea desenului reprezentat.

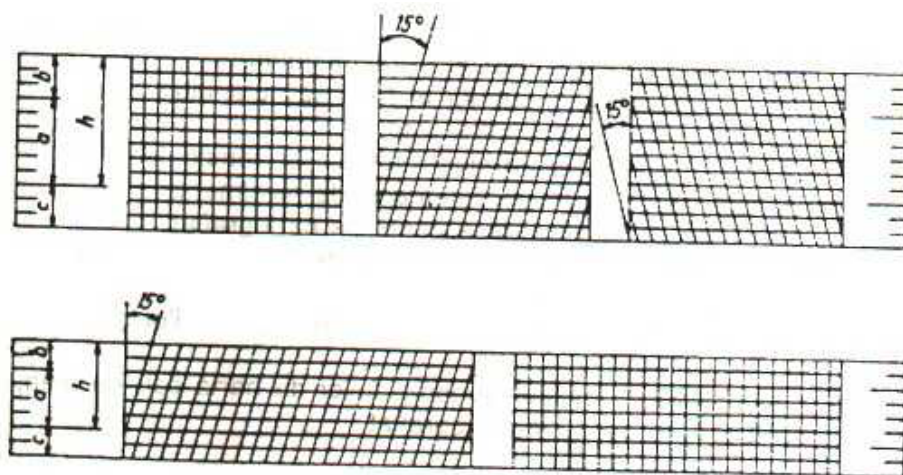
5.1.1. ÎNTOCMIREA PORTATIVULUI SCRIERII CARTOGRAFICE

În vederea executării corecte a scrierii cartografice, se prezintă modul de întocmire a portativului pentru diferite caractere de scriere. Portativul scrierii cartografice cuprinde o rețea de linii longitudinale și transversale, care asigură construcția corectă a literelor în mod corespunzător cu caracterul de scriere folosit, după cum urmează:

- liniile longitudinale paralele și echidistante, se trasează în număr de 13 sau de 9, din care patru sunt linii principale, care limitează înălțimea literelor majuscule și minuscule, iar celelalte sunt linii auxiliare;

- linii transversale paralele și echidistante, se trasează în sensul și la înclinarea stabilită, care asigură lățimea, grosimea și spațiul necesar pentru construirea corectă a literelor și cuvintelor.

În funcție de caracterul de scriere folosit (bloc, bloc filiform, cursiv și roman), se efectuează construcția grafică a portativelor scrierii cartografice, corespunzătoare următoarelor dimensiuni ale scrierii: **h** – înălțimea nominală; **a** – înălțimea literelor minuscule; **b** – depășirea superioară a literelor minuscule;



c – depășirea inferioară a literelor minuscule (fig.5.1).

Fig. 5.1. Portativul scrierii cartografice

5.1.2. MODUL DE SCRIERE A LITERELOR ȘI CIFRELOR

Literele corespunzătoare diferitelor caractere de scriere se bazează pe combinația dintre liniile drepte și curbe, iar construcția grafică se bazează pe ovale

și bastonate, cu păstrarea proporțiilor specifice ale caracterului de scriere. Pentru construcția grafică a literelor, prin săgeți, ordinea în care trebuie să se deseneze fragmentele de litere, în cazul tipului de scriere bloc. În mod asemănător, se desenează și literele celorlalte caractere de scriere, cu observația că, la scrierea cursivă și romană, după desenarea literei se trasează bazele și racordările respective (fig.5.2.).

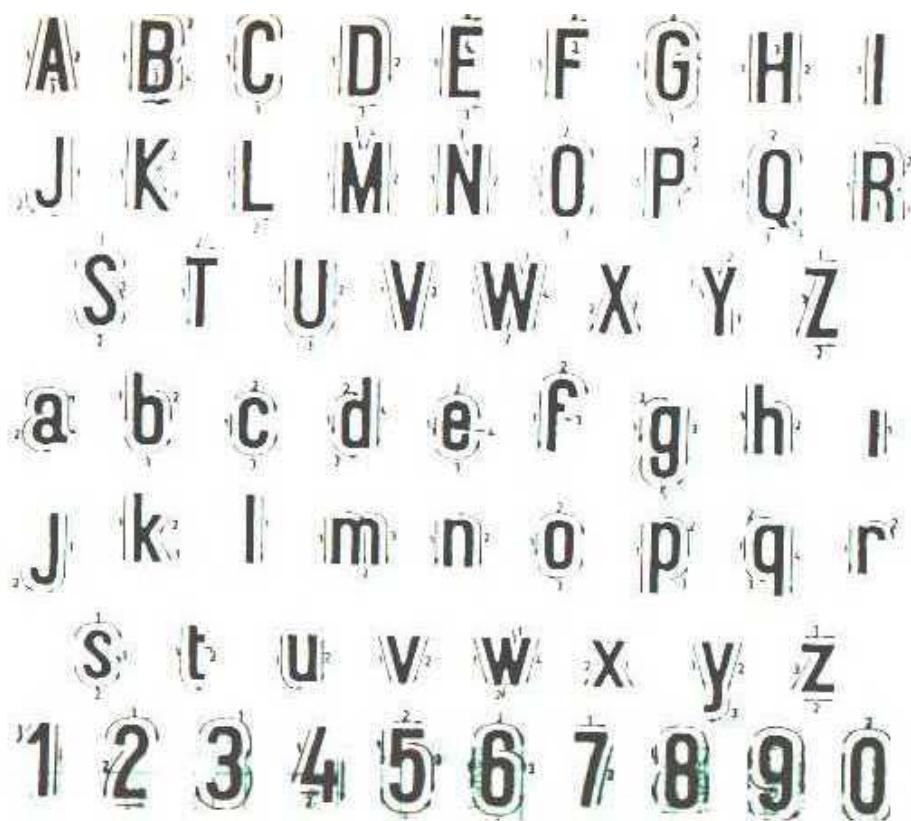


Fig.5.2. Modul de scriere a literelor și cifrelor

La fiecare literă, indiferent de caracterul de scriere, se disting, următoarele dimensiuni ale scrierii:

- *Înălțimea nominală (h)* este *înălțimea literelor majuscule*, care pe portativul scrierii (fig.5.1.) reprezintă înălțimea (a+b). Literele minuscule cu depășire superioară sau inferioară au aceeași înălțime cu literele majuscule, iar cele fără depășire au înălțime egală cu 2/3 din înălțimea nominală;

- *Lățimea și grosimea literelor*, se stabilește pentru fiecare caracter de scriere, în funcție de înălțimea nominală (h) și de forma literei;

- *Înclinarea scrierii*, se exprimă în valori unghiulare, față de perpendiculara pe liniile longitudinale ale portativului (fig.5.1), iar în funcție de caracterul de

scriere, se execută, **scrierea dreaptă**, *scrierea înclinată spre dreapta* sau spre *stânga* cu 15^0 .

5.1.3. DIMENSIUNILE NOMINALE ALE SCRIERII CARTOGRAFICE

Pentru executarea scrierii cartografice, se stabilește, mai întâi, dimensiunea nominală sau normală a literelor majuscule (**h**), în funcție de caracterul de scriere, din care, se exemplifică: **h = 6 unități**, pentru scrierea romană și cursivă; **h = 9 unități** pentru scrierea bloc și bloc filiform. În continuare, se calculează dimensiunile corespunzătoare pentru înălțimea literelor minuscule, lățimea și grosimea literelor majuscule și minuscule (tab.5.1). Pe baza înălțimii nominale a scrierii, se construiește portativul și apoi, se desenează literele în creion și în tuș, conform caracterului de scriere folosit.

Tabelul 5. 1

Dimensiunile nominale ale literelor pentru scrierea cartografică

Denumirea elementelor scrierii cartografice		Dimensiunile literelor pentru caracterul de scriere			
		Bloc	Bloc filiform	Cursivă	Romană
Dimensiunea nominală "h" sau înălțimea literei majuscule		9 unități (h)	9 unități (h)	6 unități (h)	6 unități (h)
Înălțimea literelor minuscule	litere fără depășire: a, c, e	6 / 9 h	6 / 9 h	4 / 6 h	4 / 6 h
	litere cu depășire: b, d, g	h	h	h	h
Lățimea literelor majuscule	afară de literele: I, M, W	4 / 9 h	4 / 9 h	3 / 6 h	3 / 6 h
	litera majusculă: I	1 / 9 h	0.1 mm	1 / 6 h	1 / 6 h
	litera majusculă: M	6 / 9 h	5 / 9 h	4 / 6 h	4 / 6 h
	litera majusculă: W	7 / 9 h	8 / 9 h	5 / 6 h	5 / 6 h
Lățimea literelor minuscule	afară de: f, i, j, l, m, t, w	4 / 9 h	4 / 9 h	3 / 6 h	3 / 6 h
	literele: f, j	2 / 9 h	2 / 9 h	2 / 6 h	2 / 6 h
	literele: i, l	1 / 9 h	0.1 mm	2 / 6 h	1 / 6 h
	litera: t	2 / 9 h	0.1 mm	2 / 6 h	2 / 6 h
	literele: m, w	7 / 9 h	8 / 9 h	5 / 6 h	5 / 6 h
Grosimea literelor		1 / 9 h	0.1 mm	1 / 6 h	1 / 6 h

5.2. SCRIEREA PE HĂRȚI ȘI PLANURI TOPOGRAFICE

Scrierea cartografică folosită pe hărțile și planurile topografice, se diferențiază, prin **caracterul** și **dimensiunea nominală** a scrierii, care se stabilește în funcție de specificul, importanța și mărimea elementelor reprezentate.

5.2.1. SCRIEREA ELEMENTELOR DE TOPONIMIE

În cazul întocmirii și editării hărților și planurilor topografice, într-un sistem de referință unic, de către instituțiile de profil, se aplică **normele de scriere** prevăzute în atlasele de semne convenționale, funcție de scara de reprezentare și de alte criterii.

a. Scrierea localităților

Denumirea localității se plasează în **dreapta** (1) și aproximativ la mijlocul reprezentării teritoriului, paralel cu latura de sud a hărții sau planului. În cazul când această poziție nu este posibilă, se poate plasa numele localității în **stânga** (2), **deasupra** (3) sau **dedesubtul** (4) reprezentării teritoriului considerat (fig.5.3.).

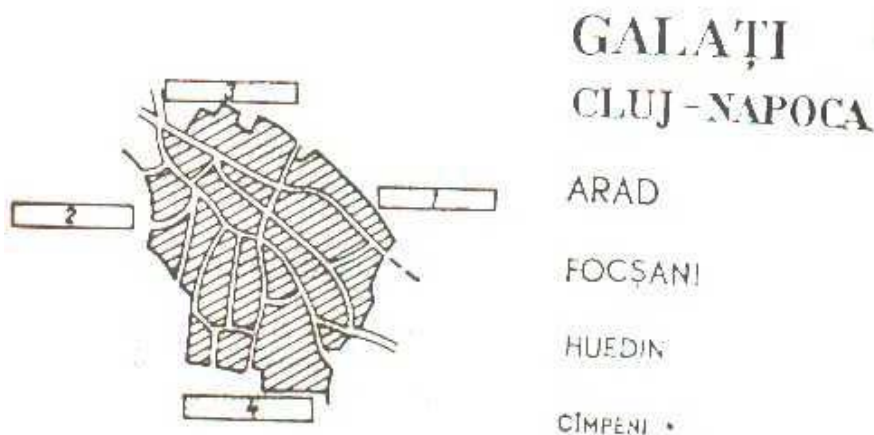


Fig. 5.3. Scrierea denumirii unei localități

- Numele reprezentărilor topografice din interiorul localităților: cartiere, ansambluri și elemente de clădiri, căi de comunicație și altele, se scriu în totalitate sau prin selecție, în funcție de scară. Denumirea acestora este compusă din numele comun, ce poate fi scris prescurtat și numele propriu care nu se prescurtează, de **exemplu: CART. COPOU; BD. DIMITRIE CANTEMIR; STR. PĂCURARI**. Scrierea acestor denumiri se plasează la mijlocul suprafeței reprezentate sau la 1-2 cm de la capătul reprezentării, pentru a se evidenția zona cuprinsă și, respectiv, cele două extremități ale căii de comunicație.

b. Scrierea punctelor geodezice și topografice

Denumirea oficială a **punctelor geodezice** se extrage din inventarul de coordonate al instituțiilor de specialitate, care în funcție de amplasamentul lor se vor scrie cu **numele prescurtat** al formei de relief: **M.** = munte; **DI.** = deal; **Mg.** = măgura, **Mvl.** = movilă, **Obc.** = obcină, **Pad.** = padină, **Pd.** = pădure, **P-na** = poiana, **Trec.** = trecătoare, **V.** = vale, **Zăv.** = zăvoi. **Scrierea punctelor geodezice** se face **paralel** cu **latura de sud** a **planului** și se plasează, în mod obișnuit, la **stânga** sau **deasupra** **semnului convențional**, iar **cotele**, ce se vor înscrie la **dreapta** sau **dedesubtul** **semnului convențional**.

De exemplu: **DI. Dumbrava 425,5**

Punctele rețelei topografice de ridicare, se vor înscrie, conform inventarului de coordonate sub formă de fracție, în dreptul semnului convențional: numele sau numărul punctului la numărător și cota la numitor. Scrierea se face paralel cu latura de sud a planului, evitându-se acoperirea elementelor topografice reprezentate.

De exemplu: **Punct bornat** $\square \frac{93}{393.3}$.

c. Scrierea formelor de relief

Principalele forme de relief ale terenului: masiv muntos, formație de dealuri, de podiș, de bazin hidrografic, vale principală, parte de câmpie, de insulă mare și **elementele secundare componente**: culme, creastă, vale secundară, râpă, insulă mică și altele, se vor înscrie cu denumirile oficiale, ce se vor extrage din documentația existentă: hărți, planuri, atlase etc.

5.2.2. SCRIEREA DATELOR ȘI INSCRIPTIILOR EXPLICATIVE

Pe lângă scrierea denumirii elementelor topografice care formează conținutul hărților și planurilor topografice, conform celor prezentate mai sus, se mai înscriu și o serie de date caracteristice și explicative, cu rol de detaliere și înțelegere a elementelor reprezentate, din care, se menționează; cotele punctelor, valorile curbelor de nivel, date caracteristice ale elementelor de planimetrie, inscripții explicative ale semnelor convenționale și altele.

a. Cotele punctelor și valorile curbelor de nivel

Cotele punctelor rețelei geodezice, topografice și de nivelment situate la sol, se înscriu pe hărți și planuri, prin valoarea respectivă a cotei în sistemul de referință folosit. La punctele marcate deasupra solului prin pilaștri, mărci, clădiri,

se vor înscrie cote, sub formă de fracție, în care la **numărător** se scrie **cota marcării** deasupra solului, iar la **numitor** se scrie **cota la sol** (fig.5.4.).

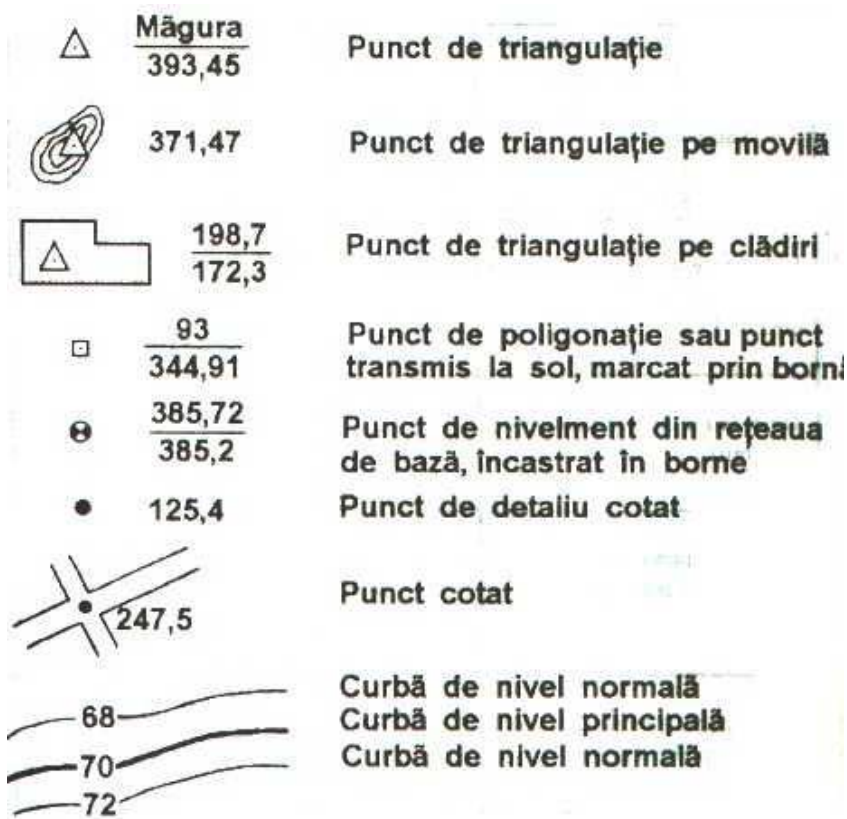


Fig.5.4. Scrierea cotelor punctelor și a curbelor de nivel

• **Punctele caracteristice ale terenului** determinate planimetric și nivelitic se reprezintă prin semnul convențional al punctului, iar în partea dreaptă a acestuia se înscrie **cota**, care se referă la **nivelul solului** (fig.5.4), din care se exemplifică:

– **punctele planimetrice cu caracter permanent**: intersecții și ramificații ale căilor de comunicație, poduri, fântâni, clădiri, intersecții ale cursurilor de apă cu căile de comunicație, confluențele rețelei hidrograice;

– **punctele caracteristice ale reliefului**: vârfuri, creste, mameloane, șei, schimbări de pantă, văi, găvane și altele;

– **punctele de detaliu** ale ridicării topografice, care împreună cu celelalte puncte din rețeaua de sprijin, trebuie să asigure o densitate de 2-10 puncte pe dm^2 , funcție de scara planului.

• **Valorile curbelor de nivel** se scriu pe curbele de nivel principale, în zonele cu teren accidentat și pe curbele de nivel normale, în cazul suprafețelor cu teren slab accidentat, cu o densitate de 3 - 5 valori / dm^2 . Scrierea valorilor

numerice, se face pe fiecare curbă de nivel principală sau normală, care se întrerupe în locul scrierii cotelor respective ale curbelor de nivel (fig.5.4).

b. Datele caracteristice ale semnelor convenționale

La reprezentarea elementelor topografice de planimetrie și de relief ale terenului, se folosesc o serie de semne convenționale, care pe lângă forma și dimensiunile grafice sunt însoțite și de o serie de **date caracteristice**, din care, se menționează:

- la **liniile electrice**: tensiunea curentului în kilovolți (110 kV);
- la **șosele**: lățimea părții carosabile (8.0) lățimea totală (10.5) în metri și materialul de acoperire (B), 8.0 (10.5) B;
- la **poduri**: materialul de construcție (F), sub formă de fracție , la numărător lungimea (140) și lățimea (11) în metri, iar al numitor rezistența la sarcină, în tone (30), $F \frac{140-11}{30}$;
- la **tuneluri**: **tun.**, la numărător înălțimea (6) și lățimea (8) în metri, iar la numitor lungimea în metri, $\left(\text{tun.} \frac{6-8}{45} \right)$ sau $\left(\frac{8}{45} \text{ tun.} \right)$;
- la **vaduri**: **vd.**, (vad), la numărător: adâncimea relativă (0.8) și lățimea apei în metri; la numitor: natura fundului (T) și viteza apei m/s, $\left(\text{vd.} \frac{0.8-40}{T-0.5} \right)$ sau $\left(\text{vad.} \frac{0.8}{T} \right)$;
- la **cursurile de apă**: se scrie sub formă de fracție, la numărător lățimea în metri, la numitor adâncimea relativă a apei în metri și natura fundului $\left(\frac{32}{-2.5T} \right)$, iar între liniile de mal, se indică prin **săgeți, direcția** de curgere a apei și viteza în m/s, (0.2);
- la **păduri**: se scrie sub formă de fracție, la numărător, înălțimea medie a arborilor în metri, la numitor, diametrul mediu, care se completează, cu semnul convențional pentru specie (brad, frasin) și cu distanța medie între arbori, $\left(\text{brad} \frac{20}{0.35} 5 \right)$;
- la **elementele de relief** natural și artificial: movile, gropi, viroage, râpe, rambleuri, debleuri, diguri, se indică înălțimea relativă în metri (1, 2) și (2, 4).

c. Inscripțiile explicative ale semnelor convenționale

În atlasele de semne convenționale folosite la redactarea planurilor și hărților topografice sunt prevăzute elementele topografice, la care, se scriu explicații sub formă prescurtată, din care, se prezintă cele mai semnificative:

- **Asfalt**, folosit ca material de acoperire a drumurilor.....As.
- **Beton**, material pentru construcția podurilor.....B
- **Bulevard**, folosit înaintea numelui propriu.....Bd.
- **Cartier**, înaintea numelui propriu.....CART.
- **Castel de apă**.....c. apă
- **Cătun**, pe lângă denumirea proprie.....căt.
- **Deal**, înaintea numelui propriu.....Dl.
- **Depozit cereale**.....dpz. cer..
- **Depozit legume** dpz.leg.
- **Gară**, înaintea numelui propriu..... Gr.
- **Izvor**, înaintea numelui propriu.....Izv.
- **Kilovolt**.....kV
- **Macadam**, material de acoperire a drumurilor.....Mc.
- **Magazie**, șopron, hambar,.....mag.
- **Monument istoric**.....M.I.
- **Movilă**, înaintea numelui propriu.....Mvl.
- **Obcină**, înaintea numelui propriu.....Obc.
- **Observator astronomic** Obs. astr.
- **Piatră**, material de construcție a podurilor P.
- **Pârâu**, înaintea numelui propriu.....Pr.
- **Râu**, pe lângă denumirea proprie R. sau r.
- **Stație meteorologică**, înaintea numelui propriu.....St. meteor.
- **Șosea**, înaintea numelui propriu.....Șos.
- **Vârf**, pe lângă denumirea proprie.....vf.

5.3. FORMATUL HĂRȚILOR ȘI PLANURILOR

Hărțile și planurile topografice sunt reprezentări grafice convenționale, care conțin elementele de planimetrie și de relief ale suprafeței terestre, în mod generalizat sau detaliat, funcție de scara de raportare și de alte cerințe de redactare. Numărul scărilor folosite pentru reprezentarea unei porțiuni din

suprafața terestră poate fi nelimitat, dar dintre acestea se aleg numai **scările de bază**. Astfel, se menționează că pentru întocmirea **hărților topografice** și **geografice**, se folosesc **scările de bază**: 1: 25 000; 1: 50 000; 1: 100 000; 1: 200 000; 1:500 000 și 1:1 000 000, iar pentru întocmirea **planurilor topografice**, se utilizează **scările**: 1:500; 1:1 000; 1:2 000; 1:5 000 și 1:10 000.

5.3.1. DIMENSIUNILE TRAPEZELOR GEODEZICE PE LATITUDINE ȘI PE LONGITUDINE

În vederea asigurării unei legături ușoare între hărțile și planurile topografice întocmite în sistemul de proiecție Gauss-Krüger și cele realizate în proiecția stereografică –1970, s-a păstrat același format, în dimensiuni geografice, al foilor de hartă și de plan și în proiecția stereografică –1970, cu excepția foilor de plan la scara 1: 2 000. În baza sistemului oficial de împărțire și numerotare al foilor de hartă și de plan, **cadrul interior** al originalelor de întocmire, ce se redactează pentru **scările de bază, egale sau mai mici** de 1:2 000 și până la scara 1:1 000 000 se stabilește în funcție de **diferența pe latitudine** ($\Delta\varphi^0$) și pe **longitudine** ($\Delta\lambda^0$) dintre coordonatele geografice ale colțurilor trapezelor geodezice (tabelul 5.2.).

Tabelul 5.2

Dimensiunile cadrului interior al planurilor și hărților, pe latitudine ($\Delta\varphi^0$) și pe longitudine ($\Delta\lambda^0$), întocmite în proiecția Gauss-Krüger și în proiecția stereografică-1970

Scara planului sau hărții	Dimensiunile laturii trapezului în unități unghiulare		Sistemul de proiecție
	pe latitudine ($\Delta\varphi$)	pe longitudine ($\Delta\lambda$)	
1 : 2 000	25",00	37",50	Gauss – Kruger
	37",50	56",25	Stereografică 1970
1 : 5 000	1' 15"	1' 52"	Gauss – Krüger Stereografică - 1970
1 : 10 000	2' 30"	3' 45"	
1 : 25 000	5' 00"	7' 30"	
1 : 50 000	10' 00"	15' 00"	
1 : 100 000	20' 00"	30' 00"	
1 : 200 000	40' 00"	1 ⁰ 00' 00"	
1 : 500 000	2 ⁰ 00' 00"	3 ⁰ 00' 00"	
1 : 1 000 000	4 ⁰ 00' 00",00	6 ⁰ 00' 00",50	

5.3.2. DIMENSIUNILE ȘI SUPRAFAȚA TRAPEZELOR GEODEZICE, ÎN FUNCȚIE DE LATITUDINEA GEOGRAFICĂ

În funcție de latitudinea zonei geografice, pentru care, se redactează originalul foilor de plan și de hartă, la **scările de bază**: 1:5 000; 1: 10 000; 1: 25 000, se prezintă dimensiunile medii ale laturilor trapezelor geodezice, în unități liniare (mm).

Din datele prezentate în **tabelul 5.3.** se observă că, **formatul** foilor de plan și de hartă cu aceleași dimensiuni în valori geografice ($\Delta\varphi^0$ și $\Delta\lambda^0$), variază de la sud către nord, prin modificarea corespunzătoare a dimensiunilor liniare ale laturilor și ale suprafeței trapezelor, în sensul micșorării lor de la sud spre nord datorită convergenței meridianelor. Astfel, în cazul **foilor de plan la scara 1: 5 000**, întocmite pentru zonele cu **latitudine medie de 44^0** , dimensiunile medii ale laturilor trapezului sunt de 463,0 x 500,9 mm, iar pentru zonele cu **latitudine medie de 48^0** sunt 463,3 x 466,0 mm. În mod corespunzător se modifică și suprafața trapezului de la scara 1:5 000, care la latitudinea de 44^0 este de 580,3200 ha, iar la latitudinea de 48^0 este de 540,3350 ha.

Tabelul 5.3.

Dimensiunile medii ale laturilor și suprafața trapezelor în funcție de latitudinea geografică

Scara planului sau hărții topografice	Latitudinea geografică ° ' "	Dimensiunile laturilor trapezului				Suprafața trapezului ha
		$\Delta\varphi$	$\Delta\lambda$	a	b	
		' "	' "	mm	mm	
1 : 5 000	44 00 00	1 15	1 52,5	500,9	463,0	580,3200
	46 00 00			483,8	463,1	560,6800
	48 00 00			466,0	463,3	540,3350
1 : 10 000	44 00 00	2 30	3 45	500,9	463,0	2 321,6900
	46 00 00			483,8	463,1	2 243,1400
	48 00 00			466,0	463,3	2 161,7700
1 : 25 000	44 00 00	5 00	7 30	400,8	370,3	9 286,7600
	46 00 00			387,0	370,5	8 972,5600
	48 00 00			372,8	370,6	8 647,0800

• Planurile topografice ce se redactează la **scări mai mari** de 1 : 2 000, se întocmesc pe **formate de 50 x 50 cm** sau pe alte formate standardizate, unde **cadrul interior** al planului este determinat de caroiajul kilometric, în funcție de scara folosită. În cazul utilizării formatului de 50 x 50 cm sau a formatelor standardizate, cadrul suprafeței utile se trasează cu linie continuă, iar **baza formatului** reprezintă latura de sud a planului topografic.

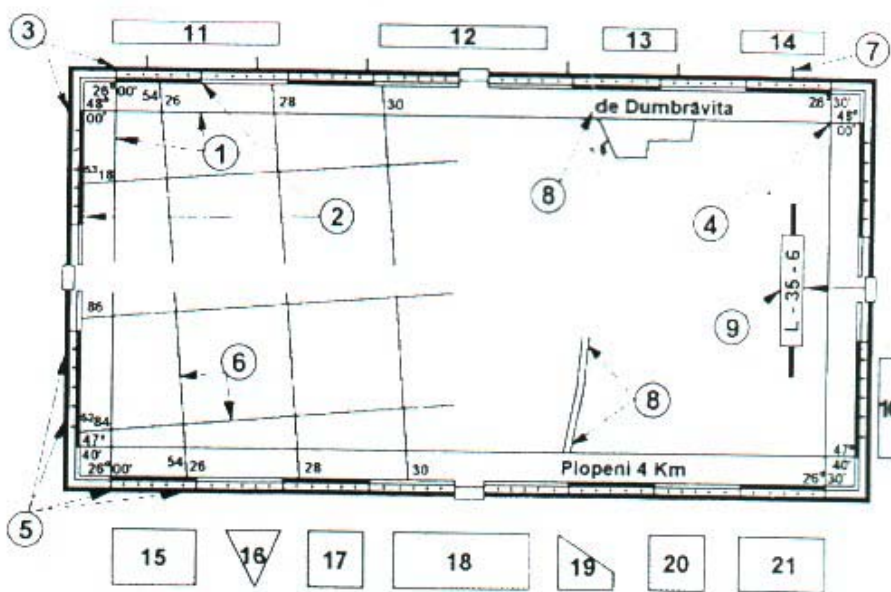
Pe suprafața planurilor topografice întocmite la scările 1 : 1 000 și 1 : 500 se trasează caroiajul rectangular pe tot cuprinsul planului până la cadrul ornamental, la intervale de câte 100 mm, ce se măsoară începând de la laturile cadrului suprafeței utile, ceea ce reprezintă 100 m, la scara 1 : 1 000 și 50 m, la scara 1:500.

5.4. ELEMENTELE CARTOGRAFICE ALE CADRULUI HĂRȚILOR ȘI PLANURILOR TOPOGRAFICE

Prin **cadrul hărților** sau **planurilor** se înțelege sistemul de linii care limitează imaginea cartografică a zonei reprezentate pe hartă sau plan, fiind format din **cadrul interior** și din **elementele** și **inscripțiile** din interiorul și exteriorul cadrului hărții și planurilor topografice.

5.4.1. CADRUL HĂRȚILOR ȘI PLANURILOR TOPOGRAFICE

În procesul de executare a **originalului de întocmire**, care se redactează pe hârtie albă de desen lipită pe un suport rigid nedeformabil sau pe material plastic, se parcurg o serie de operații pregătitoare și de raportare propriu-zisă a cadrului și a conținutului hărții sau a planului topografic. Pe baza normelor tehnice de întocmire a hărților și planurilor, se efectuează, mai întâi, construcția grafică a



cadrului general al hărții, (fig.5.5.) care cuprinde:

Fig.5.5. Elementele cadrului hărților și planurilor topografice

1. Cadrul interior, se obține prin raportarea coordonatelor rectangulare plane (X,Y) cu ajutorul coordonatografului sau în sistem automatizat, a colțurilor trapezului corespunzător foi de hartă sau de plan. Se verifică modul de raportare a celor patru colțuri, prin măsurarea laturilor și diagonalei trapezului (a_N ; a_S ; b; d) cu ajutorul riglelor de precizie și a compasului cu tijă, iar rezultatele obținute se compară cu cele determinate prin calcul, în limitele erorii de $\pm 0.1 \dots \pm 0.2$ mm. După verificare raportării, se unesc cei patru colțuri ale foi de hartă sau de plan cu **linie continuă** cu grosimea de **0.1 mm**, ce se prelungește spre exterior, în afara colțurilor pe o distanță grafică de 10 mm, în vederea construirii cadrului geografic și a cadrului ornamental.

2. Cadrul geografic reprezintă dimensiunile grafice ale trapezului pe latitudine și pe longitudine, fiind format din imaginile plane ale arcelor de paralele și de meridiane, care delimitează în planul proiecției cartografice suprafața unui trapez. Trasarea cadrului geografic al hărții se face prin **linie dublă**, cu intervalul de 1 mm și cu grosimea de 0.1 mm, la o distanță de 8 mm de cadrul interior. Pe cadrul geografic se marchează prin **segmente lungimea grafică** de valoarea **unui minut** sau **părți de minut**, pe latitudine și pe longitudine. Linia dublă se înnegrește, pe intervale de un minut, în mod alternativ, începându-se cu **negru** pentru valorile pare ale coordonatelor geografice ($\varphi = 47^0 40'$ și $\lambda = 26^0 00'$) ale colțului de sud-vest al trapezului. Astfel, pentru latitudinea $\varphi = 47^0 40'$, se înnegrește primul segment de un minut de pe verticala colțului de sud-vest al trapezului, iar pentru longitudinea de $\lambda = 26^0 00'$, se înnegrește primul segment de un minut din partea dreaptă a colțului de sud-vest al trapezului considerat.

3. Cadrul ornamental sau **exterior**, se trasează cu o linie continuă de 1 mm grosime, la o distanță de 1 mm de cadrul geografic și, respectiv, de 9 mm de cadrul interior. Pe mijlocul celor patru laturi ale cadrului geografic și ale cadrului ornamental se lasă un spațiu liber, în care se va scrie nomenclatura trapezelor vecine.

5.4.2. ELEMENTELE ȘI INSCRIPTIILE DIN INTERIORUL CADRULUI HĂRȚILOR ȘI PLANURILOR TOPOGRAFICE

În spațiul dintre cadrul interior al hărții sau planului și cadrul ornamental, fig.5.5, se desenează și se scriu următoarele elemente și inscripții cartografice:

4. Coordonatele geografice (φ, λ) ale celor patru colțuri ale trapezului se vor scrie în **spațiul** dintre cadrul interior și cadrul geografic, în grade, minute, secunde și părți de secunde, în sistemul de gradație sexagesimală, funcție de scara de reprezentare a foii de hartă sau de plan. De **exemplu**, pentru **punctele 1 și 2** ale colțurilor trapezului dat, se va scrie **latitudinea** sub forma de fracție, $\frac{48^0}{00'}$, pe linia orizontală a cadrului interior, iar **longitudinea punctului 1** ($26^000'$) și, respectiv, a **punctului 2** ($26^030'$) se va scrie în spațiul dintre linia verticală a cadrului interior al hărții, în stânga 26^0 și în dreapta $30'$.

5. Rețeaua geografică divizată în secunde, se marchează prin **puncte** pe lungimea grafică a segmentului de un minut pa latitudine și pe longitudine, în spațiul dintre cadrul geografic și cadrul ornamental. În funcție de scara hărții sau planului, **lungimea grafică** corespunzătoare unei valori de **un minut** de latitudine sau de longitudine, se **împarte** din **10" în 10"** sau din **20" în 20"** la scările 1 : 10 000; 1 : 25 000; 1 : 50 000 și 1 : 100 000 și din **5" în 5"** la scara 1 : 5 000. În cazul **punctului de sud - vest** al colțului trapezului la scara 1:100 000, de coordonate geografice $\varphi = 47^040'$ și $\lambda = 26^000'$, s-a efectuat împărțirea din 10" în 10", obținându-se pe latitudine punctele de coordonate $47^040'10''$; $47^040'20''$; ...; $47^040'50''$, iar pe longitudine punctele: $26^000'10''$; $26^000'20''$; ...; $26^000'50''$.

6. Rețeaua rectangulară sau caroiajul kilometric denumită și rețeaua geometrică este formată din **drepte paralele** la axele sistemului de coordonate (XX' și YY') ale proiecției cartografice utilizate pentru calculul bazei matematice a hărții sau planului topografic. În funcție de scara de reprezentare folosită, se trasează rețeaua rectangulară, prin **linii continue** cu grosimea de **0.1 mm** pe **întreaga imagine a hărților** redactate la scările 1 : 25 000; 1 : 50 000; 1 : 100 000 și 1 : 200 000 și numai în **spațiul** dintre **cadrul interior** și cel **geografic**, în cazul **foilor de plan**, la scările 1: 10 000; 1 : 5 000 și 1 : 2 000. **Lungimea grafică** a laturilor rețelei rectangulare pe plan sau pe hartă este de **10 cm**, în cazul scărilor 1 : 2 000 (0.2 x 0.2 km); 1: 5 000 (0.5 x 0.5 km) și 1 : 10 000 (1.0 x 1.0 km) și de **2 cm**, pentru hărțile ce se întocmesc la scările 1 : 25 000 (1.0 x 1.0 km); 1 : 50 000 (1.0 x 1.0 km); 1 : 100 000 (2.0 x 2.0 km); 1: 200 000 (4.0 x 4.0 km) și 1 : 500 000 (10.0 x 10.0 km). Valorile numerice ale caroiajului rectangular sau kilometric, se înscriu în spațiul dintre cadrul interior și cel geografic, prin grupe de **patru cifre**, în cazul proiecției Gauss și de **trei cifre**, pentru proiecția stereografică – 1970. Între aceste cifre, care se stabilesc în funcție de coordonatele

rectangulare ale colțurilor trapezului, în limitele unei rotunjiri de 0.2 km (scara 1 : 2 000); 0.5 km (scara 1 : 5 000); 1.0 km (scara 1 : 10 000); ...; 2.0 km (scara 1 : 100 000), se înscriu pe laturile caroiajului numai ultimele două cifre ale kilometrilor întregi sau cu o zecimală. În cazul **exemplului** considerat al scării **1 : 100 000** se vor înscrie pe **liniile orizontale** ale caroiajului kilometric, de jos în sus, următoarele valori kilometrice: 5284, 86, 88, 90, ..., 5300; 5302; ...; 5318, iar pe **liniile verticale**, de la stânga spre dreapta valorile: 5426, 28, 30, 32, ..., 58, 5460 (fig.5.5.).

7. Rețeaua rectangulară a fusului vecin, se tragează în cazul hărților și planurilor întocmite în sistemul de proiecție Gauss- Krüger, prin segmente trasate cu lungimea de 1 mm și în sens perpendicular pe cadrul ornamental. În dreptul acestor segmente, se vor înscrie pe toate cele patru laturi ale cadrului hărții, valorile numerice ale caroiajului kilometric din foile vecine, care sunt situate până la o diferență de longitudine de 2^0 față de meridianul marginal al celor două fuse vecine de 6^0 pe longitudine.

8. Inscripțiile dintre cadrul interior și cadrul geografic, se referă la evidențierea diferitelor limite de hotar, de planimetrie și de nivelment, care se continuă în foile vecine de pe cele patru laturi ale cadrului , din care, se menționează:

- denumirea țărilor situate de o parte și de alta a frontierei de stat;
- denumirea județelor, municipiilor, orașelor și comunelor situate de o parte și de alta a limitei de hotar;
- denumirea localităților reprezentate pe mai multe foi, ce nu sunt înscrise pe foaia respectivă sau în titlul hărții sau planului, care se însoțește de prepoziția "de" (de Dumbrăvița);
- denumirea localităților spre care se îndreaptă căile de comunicație și distanțele în kilometri până la aceste localități (fig.5.5).

9. Nomenclatura foilor vecine, se înscrie în spațiul de la mijlocul celor patru laturi ale cadrului hărții sau planului, unde se rezervă lungimea grafică necesară în funcție de denumirea nomenclurii de **exemplu**, **L-35-36** (fig.5.5).

10. Elementele conținutului hărții, reprezentate schematic, se referă la unele detalii planimetrice din zonele limitrofe frontierelor de stat, ce se înscriu în afara cadrului, pe latura de est a hărții. Pe **spațiul dintre cadre**, se folosește **scrierea bloc filiform** pentru toate inscripțiile, indiferent de dimensiunea nominală a scrierii elementelor respective.

5.4.3. ELEMENTELE ȘI INSCRIȚIILE DIN EXTERIORUL CADRULUI HĂRȚILOR ȘI PLANURILOR TOPOGRAFICE

În funcție de caracterul hărților și planurilor, se reprezintă grafic și se înscriu în afara cadrului ornamental o serie de elemente cartografice referitoare la baza matematică a hărților, la conținutul acestora și alte aspecte necesare înțelegerii și folosirii practice a documentației topografice

- Deasupra **laturii de nord** a cadrului ornamental, se înscriu următoarele elemente și date cartografice (fig.5.5.):

11. Denumirea proiecției cartografice, a **sistemului de referință** pentru cote și a **teritoriului** cuprins pe foaia de hartă sau de plan.

12. Nomenclatura hărții sau planului topografic și **denumirea** foi.

13. Codul folosit pentru evidența automatizată.

14. Caracterul hărții / planului (nesecret, secret de serviciu, secret).

- Sub **latura de sud** a cadrului ornamental se desenează și se prezintă următoarele elemente și inscripții:

15. Valorile declinației magnetice, convergenței medii a meridianelor și a **abaterii medii** a acului magnetic, față de rețeaua rectangulară sau kilometrică a hărții.

16. Schema sau schița **declinației magnetice, convergenței medii** a meridianelor și **abaterii medii** a acului magnetic, față de rețeaua rectangulară și înscrierea valorilor numerice ale acestora.

17. Schema și dimensiunile trapezului: laturile și diagonala, se vor înscrie în centimetri cu două zecimale, iar suprafața în hectare cu patru zecimale.

18. Scara numerică, cu precizarea valorii unui centimetru de pe hartă și lungimea corespunzătoare din teren, **scara grafică** simplă, numele editorului și anul editării.

19. Scara pantelor sau **schema pantelor**, sub care se înscrie valoarea echidistanței curbilor de nivel normale, se întocmește pentru echidistanța curbilor de nivel normale și principale.

20. Schema frontierelor de stat și a limitelor de hotar ale teritoriilor județene, municipale, orașenești și comunale.

21. Indicații redacționale referitoare la întocmirea originalului de editare și de autor al hărții sau planului, a originalului de editare și a tipăririi foilor de hartă și de plan.

5.5. CARTOEDITAREA PLANURILOR ȘI HĂRȚILOR

În procesul de cartoeditare, atât originalele de teren cât și originalele de editare se execută prin gravare în straturi aplicate pe folii din material plastic transparent nedeformabil. Din punct de vedere al conținutului se realizează următoarele **trei originale de teren și de editare**:

- folie cu strat de gravare pentru **planimetrie** și **scriere**;
- folie cu strat de gravare pentru **hidrografie**;
- folie cu strat de gravare pentru **nivelment**.

• Pentru **imprimarea planului topografic de bază** cu curbe de nivel la scara 1:5 000 se vor folosi toate cele trei originale, tipărindu-se mai întâi pe hârtie cartografică, *planimetria cu scrierea și hidrografia*, apoi *nivelmentul*, redat prin curbe de nivel și valorile cotelor (fig.5.6).

PLAN TOPOGRAFIC DE BAZĂ

Scara 1 : 5 000

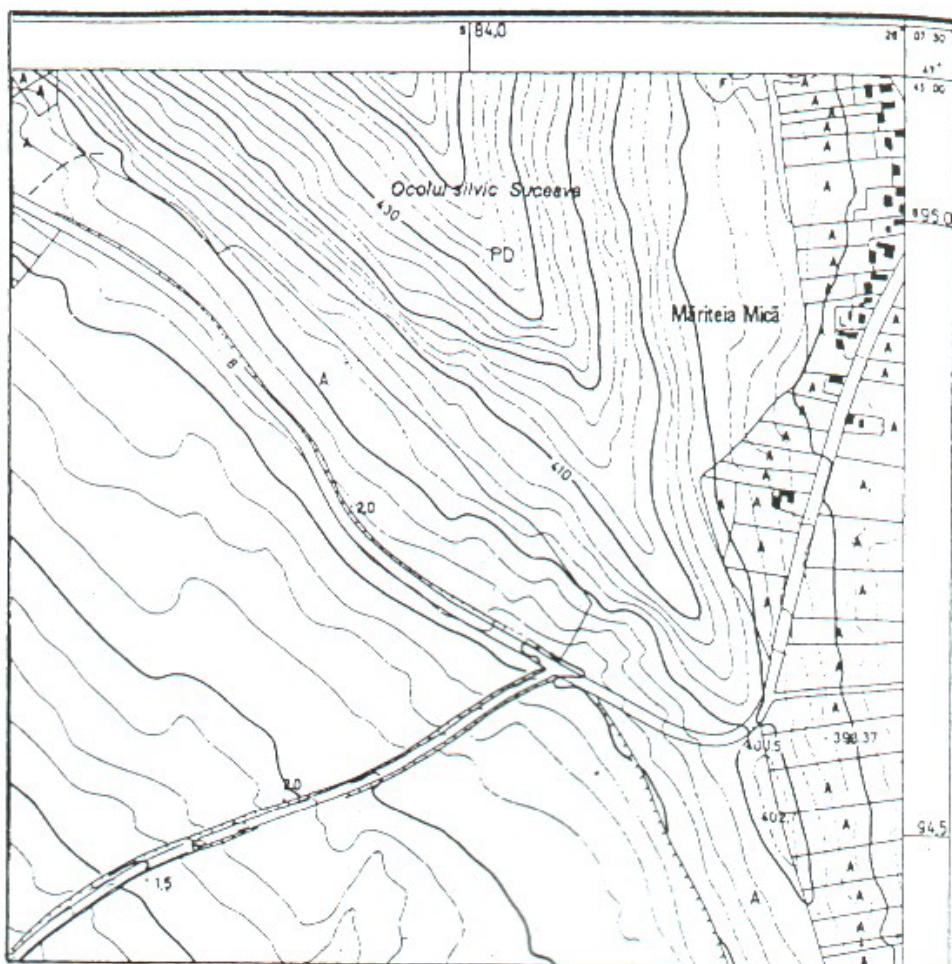


Fig.5.6. Plan topografic de bază cu curbe de nivel, la scara 1:5 000

- Pentru **imprimarea** planului **topo-cadastral** la scara 1: 5 000, care conține numai *planimetria + scrierea și hidrografia*, fiind derivat din conținutul planului topografic de bază, se face tipărirea pe hârtie cartografică, în tirajul necesar, cu ajutorul formelor de tipar (planimetria + scrierea și hidrografia) și pe 2-3 exemplare pe un material nedeformabil, care urmează să fie folosite la calculul grafic al suprafețelor (fig.5.7).

PLAN TOPO - CADASTRAL
Scara 1 : 5 000

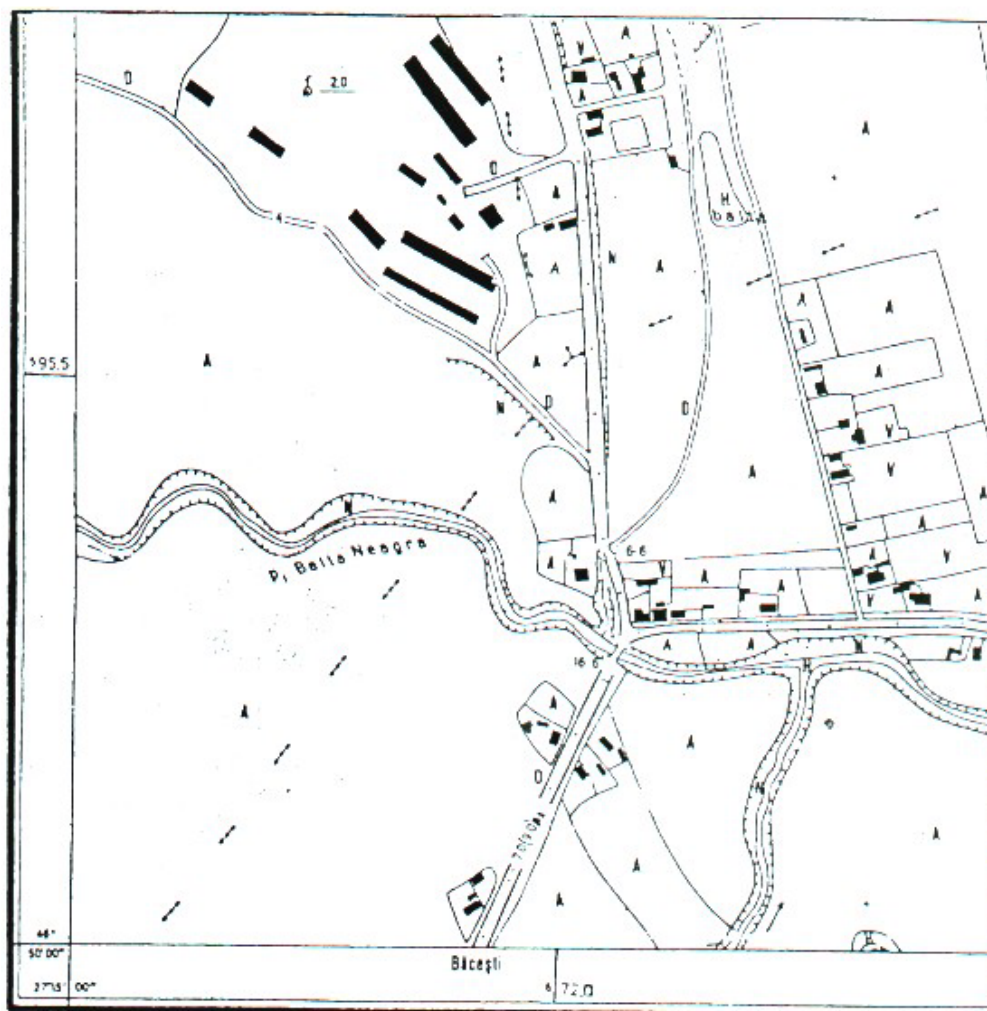


Fig.5.7. Plan topo-cadastral de bază, la scara 1: 5 000

În **lucrările de cartoeditare a hărților topografice și a hărților cadastrale**, se procedează, în mod asemănător, dar se folosesc mai multe originale de teren și de editare. La întocmirea și editarea hărților se efectuează o selectare și o generalizare a elementelor de conținut, în funcție de scopul și destinația hărții.

Pe **hărțile topografice** cu curbe de nivel, întocmite la **scara 1: 50 000** se reprezintă elementele de planimetrie, în mod generalizat, în funcție de densitatea, dimensiunile și forma lor, iar relieful prin curbe de nivel cu echidistanța de 20 m (fig.5.8).

HARTĂ TOPOGRAFICĂ

Scara 1 : 100 000

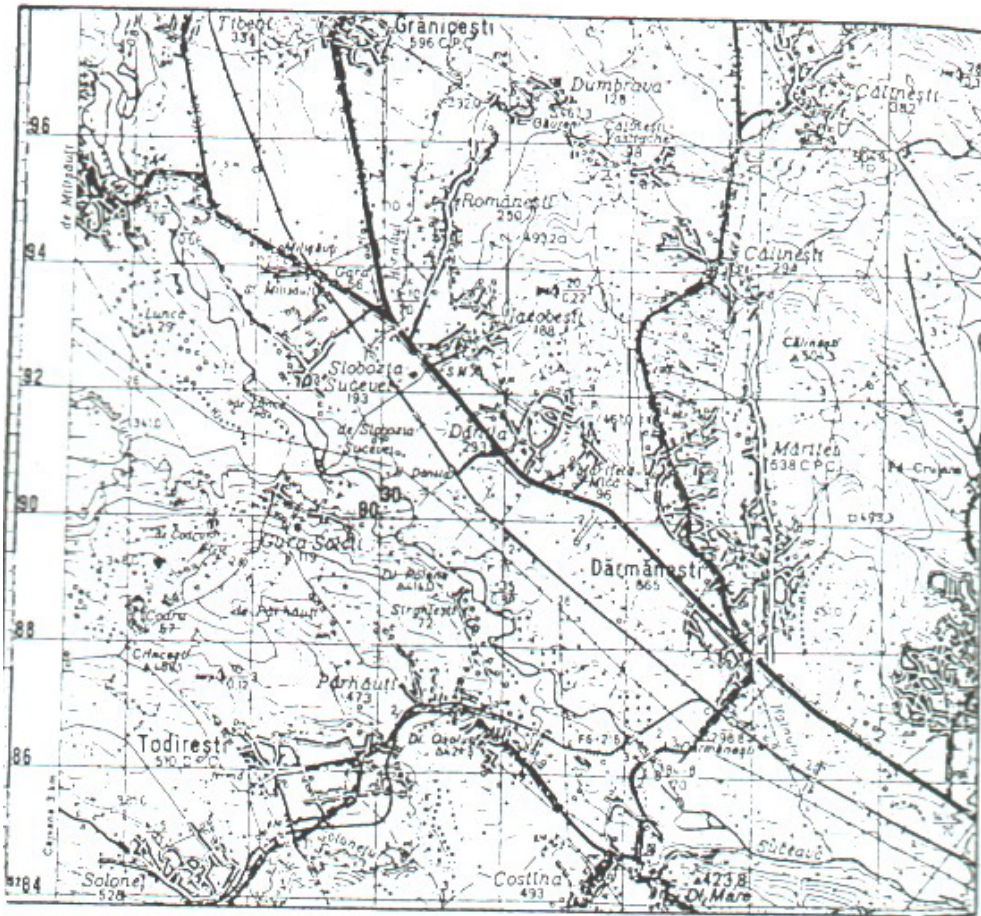


Fig.5.8. Hartă topografică de bază cu curbe de nivel, la scara 1: 100 000

Pe **hărțile cadastrale**, la scara **1: 50 000** se reprezintă, în funcție de scară, elementele cadastrale de sinteză, din cadrul unui teritoriu administrativ, din care, se menționează: hotarele administrative, limitele intravilanelor, categoriile de folosință ale terenurilor agricole și neagricole, categorii de posesori, etc (fig.5.9).

Hărțile cadastrale trebuie să cuprindă suprafața totală a teritoriului administrativ, care a făcut obiectul introducerii lucrărilor de cadastru general. Prin racordarea foilor de hartă cadastrală se obține harta de ansamblu, care trebuie să conțină următoarele elemente: denumirea teritoriului și a județului; scara de întocmire; schema de racordare a foilor de hartă componente.

HARTĂ CADASTRALĂ
Scara 1 : 50 000

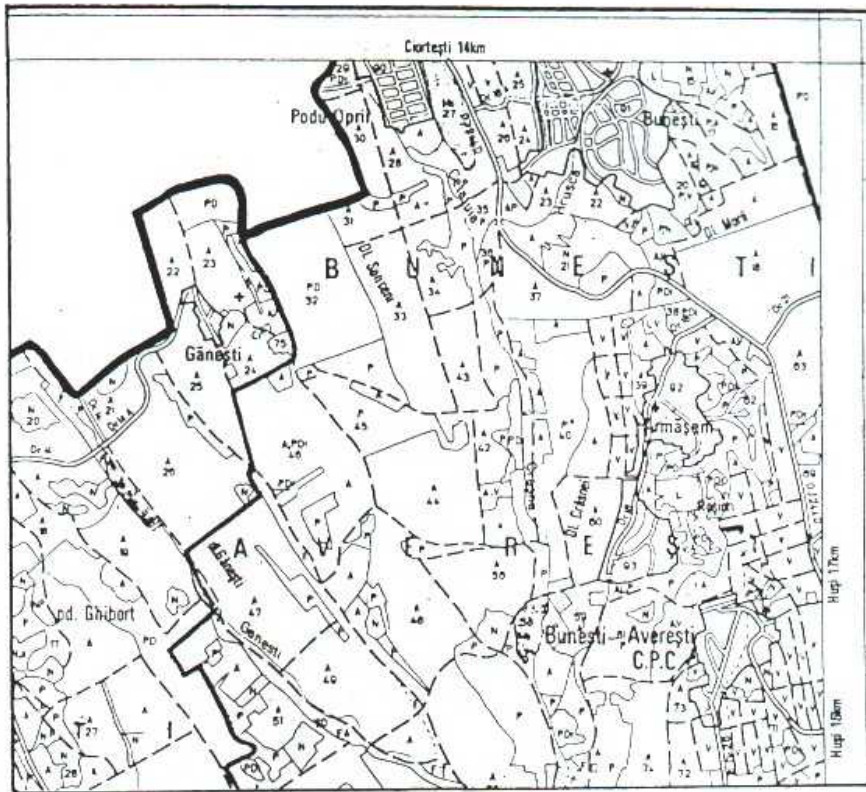


Fig.5.9. Hartă cadastrală, la scara 1: 50 000



ÎNTREBĂRI RECAPITULATIVE

-  Descrieți modul de întocmire a portativului scrierii cartografice a literelor și cifrelor.
-  Care sunt dimensiunile nominale ale scrierii cartografice.
-  Prezentați scrierea elementelor de toponimie pe hărți și planuri topografice: localități, puncte geodezice și topografice, forme de relief.
-  Prezentați scrierea datelor și inscripțiilor explicative: cotele punctelor, valorile curbelor de nivel, date caracteristice ale semnelor convenționale, inscripții explicative ale semnelor convenționale.
-  Care sunt dimensiunile trapezelor geodezice pe latitudine și longitudine.

-  Caracterizați dimensiunile și suprafața trapezelor, în funcție de latitudinea geografică.
-  Descrieți cadrul hărților și planurilor topografice.
-  Enumerați elementele cartografice și inscripțiile din interiorul cadrului hărților și planurilor topografice.
-  Enumerați elementele cartografice și inscripțiile din exteriorul cadrului hărților și planurilor topografice.
-  Prezentați modul de obținere a originalelor de teren, editare, în procesul de cartoeditare a planurilor și hărților topografice.

PROIECT LA TOPOGRAFIE ȘI CADASTRU**A. TEMA PROIECTULUI**

• Pentru introducerea *cadastrului general* în unitățile administrativ teritoriale de bază: *comune, orașe sau municipii*, se cere să se execute măsurători și calcule topografice, pe *corpul de proprietate* din teritoriul _____, județul _____.

• În acest scop, se vor efectua toate *operațiunile de măsurare pe teren, de calcul și de reprezentare pe plan* a bunului imobil, în vederea înscrierii acestuia în *cartea funciară*.

B. CUPRINSUL PROIECTULUI

1. Ridicarea planimetrică a bunului imobil
2. Întocmirea și redactarea planului topografic, la scara 1: 1 000
3. Calculul suprafeței bunului imobil
4. Întocmirea fișei bunului imobil
5. Întocmirea documentației de delimitare a bunului imobil

C. REZOLVAREA PROIECTULUI**1. RIDICAREA PLANIMETRICĂ ȘI NIVELITICĂ A BUNULUI IMOBIL**

Punctele de pe conturul bunului imobil s-au marcat prin țărushi de lemn, iar *măsurătorile topografice* necesare pentru întocmirea *schței cadastrale de amplasament și de delimitare a bunului imobil*, s-a efectuat, în *sistem local de coordonate*, cu axa OX dirijată spre direcția *Nordului magnetic* și axa OY pe direcția *vest-est*.

Ridicarea planimetrică a bunului imobil determinat de punctele 51 – 201 – 202 – 203 – 204 – 205 – 206 - 51, s-a efectuat, prin metoda drumuirii planimetrice închise pe punctul de sprijin 51, care a cuprins:

1.1. Lucrări în faza de teren a drumuirii planimetrice

Bibliografie – curs: pag. 56 ÷ 57

Observațiile de teren ale drumuirii planimetrice sunt prezentate în *tabelul 1*.

1.2. Lucrări în faza de calcul a unei drumuirii planimetrice

Bibliografie – curs: pag. 57 ÷ 62

Pentru ridicarea topografică a *bunului imobil*, s-a folosit metoda *drumuirii planimetrice închise* pe un punct de coordonate cunoscute al rețelei de triangulație de ordinul I...V, iar pentru orientarea drumuirii, s-a vizat din punctul *inițial 51*, care coincide cu punctul final, un alt punct 55 al rețelei de triangulație.

În vederea desfășurării *operațiilor de calcul* ale drumuirii, se consideră următoarele date cunoscute:

- coordonatele rectangulare plane (x, y) ale celor două puncte de triangulație geodezică 51 și 55, redate în tabelul de mai jos:

Nr. pct.	COORDONATE RECTANGULARE	
	X	Y
	m	m
51	2 000,00	2 000,00
55	2 073,03	1 500,00

Notă: se vor modifica coordonatele *punctului 51*, cu următoarele valori:

$$X_{51} + n \cdot 10 \text{ m};$$

$$Y_{51} - n \cdot 10 \text{ m};$$

în care: n este numărul de ordine 1, 2, 3, ..., 110, al studenților.

• *elementele măsurate pe teren: lungimile înclinate ale laturilor drumuirii* (d_i) măsurate pe *cale directă* cu panglica de oțel sau pe *cale indirectă* prin metoda optică sau electrooptică ; *unghiurile orizontale* (β_i) obținute cu o serie de măsurători și unghiurile verticale zenitale (Z_i) măsurate în ambele poziții ale lunetei prin vizare la înălțimea „I” a instrumentului, folosindu-se teodolite-tahimetre de precizie medie (*tabelul 1.1*).

Operațiunile de calcul, se desfășoară pe baza formulelor de calcul prezentate în succesiunea de mai jos, iar rezultatele obținute, se vor înscrie în coloanele 8,10, 11, 12, 13,14,17,18, ale **tabelului nr.2 de calcul a drumuirii planimetrice închise pe punctul de sprijin 51**:

- a. Calculul orientării direcției de referință: pag.57-58*
- b. Compensarea unghiurilor într-un poligon: pag.58*
- c. Calculul orientărilor laturilor drumuirii: pag.58-59*
- d. Reducerea distanțelor înclinate la orizont: pag.59*
- e. Calculul coordonatelor relative ale punctelor drumuirii: pag.59*
- f. Compensarea coordonatelor rectangulare relative: pag.60-61*
- g. Calculul coordonatelor absolute ale punctelor drumuirii: pag.61-62*

2. Întocmirea Și redactarea planului topografic DE AMBLASAMENT, la scara 1: 1 000

Bibliografie – curs: pag. 63÷647

3. CALCULUL SUPRAFEȚEI BUNULUI IMOBIL

Bibliografie – curs: pag. 68÷72

Calculul analitic al suprafeței bunului imobil, delimitat de punctele 51 – 201 – 202 – 203 – 204 – 205 – 206 – 51, se efectuează pe baza modelului prezentat în *tabelul 2.1 (pag.72)*.

4. ÎNTOCMIREA FIȘEI BUNULUI IMOBIL

Pe schița bunului imobil (ANEXA 1), în completarea părții grafice, se înscriu, următoarele date:

- numele și prenumele proprietarului;
- adresa domiciliului proprietarului;
- adresa imobilului;
- inventarul cu numerele și coordonatele punctelor de contur;
- suprafața bunului imobil în mp;
- sistemul de proiecție oficial sau local;
- scara de întocmire a planului;
- numele executantului.

5. Întocmirea documentației de delimitare a bunului imobil

Documentația întocmită în urma executării lucrărilor din faza de teren și de birou, va cuprinde următoarele piese componente:

- memoriu tehnic justificativ;
- plan cadastral de încadrare în zonă a planului de amplasament, întocmit la următoarele scări de reprezentare: 1: 5 000, 1: 10 000 ;
- planul de amplasament propriu-zis, la scara 1: 1 000;
- inventarul de coordonate al punctelor de sprijin folosite la ridicarea topografică a imobilului, în sistem local de coordonate;
- inventarul de coordonate al punctelor de pe conturul imobilului, în sistem local;
- descrierile topografice ale punctelor permanente;
- întocmirea schițelor de reperaj ale punctelor permanente.

Județul _____
 Teritoriul administrativ _____
 COD SIRUTA: _____

Tabelul 1
 Instrument: TAHIMETRUL ZEISS THEO-020
 Operator: _____
 Data: _____

**OBSERVAȚIILE DE TEREN ALE DRUMUIRII PLANIMETRICE ȘI NIVELITICE
 ÎNCHISE PE PUNCTUL DE SPRIJIN 51**

Schița stației	Punct stație (I)	Punct vizat (S)	DISTANȚE MĂSURATE LA:						UNGHIURI ORIZONTALE		UNGHIURI VERTICALE	
			Ingliză			Stadie			Direcții orizontale medii	Unghiuri măsurate (β_i)	Direcții zenitale medii	Unghiuri măsurate (z_{i-i+1})
			Dus și întors	Media (D_{i-i+1})	Citiri pe miră	Dus și întors	Media (KH_{i-i+1})					
			m cm	m cm	mm	m cm	m cm					
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
	51	55	-	-	-	-	-	0 00 00	-	-	-	
		201	67,28	67,285	1142 1818	67,6	67,80	162 55 50	102.84.50	93 58 00	93 60 00	
		206	148,01	-	0740 2220	148,0	-	265 40 00	-	99 95 00	-	
		55	-	-	-	-	-	0 00 00	-	-	-	
	201	202	78,47	78,480	1178 1962	78,4	78,50	0 00 00	-	98 57 00	98 59 00	
		51	67,29	-	1229 1909	68,0	-	97 67 00	97.67.00	106 38 00	-	
		202	-	-	-	-	-	0 00 00	-	-	-	
		203	-	-	-	-	-	0 00 00	-	-	-	
	202	203	31,52	31,525	1371 1689	31,8	31,65	0 00 00	-	87 55 00	87 58 00	
		201	78,49	-	1136 1922	78,6	-	299 46 30	299.46.30	101 39 00	-	
		203	-	-	-	-	-	0 00 00	-	-	-	
		204	-	-	-	-	-	0 00 00	-	-	-	
	203	204	127,55	127,545	0864 2136	127,2	127,30	0 00 00	-	98 85 00	98 87 50	
		202	31,53	-	1343 1658	31,5	-	98 22 50	98.22.50	112 39 00	-	
		204	-	-	-	-	-	0 00 00	-	-	-	
		205	-	-	-	-	-	0 00 00	-	-	-	
	204	205	64,01	64,00	1117 1762	64,8	65,10	0 00 00	-	111 38 00	111 40 50	
		203	127,54	-	0804 2078	127,4	-	91 69 20	91.69.20	101 10 00	-	
		205	-	-	-	-	-	0 00 00	-	-	-	
		206	-	-	-	-	-	0 00 00	-	-	-	
	205	206	55,77	55,775	1200 1760	56,0	55,90	0 00 00	-	106 13 50	106 16 00	
		204	63,99	-	1153 1807	65,4	-	150 05 00	150.05.00	88 57 00	-	
		206	-	-	-	-	-	0 00 00	-	-	-	
		51	147,99	148,000	0782 2261	147,9	147,95	0 00 00	-	100 01 00	100 03 00	
	206	205	55,78	-	1241 1799	55,8	-	160 03 75	160.03.75	93 81 50	-	
		51	-	-	-	-	-	0 00 00	-	-	-	
		201	-	-	-	-	-	0 00 00	-	-	-	
		202	-	-	-	-	-	0 00 00	-	-	-	

MĂSURAREA UNGHIURILOR ȘI A DISTANȚELOR CU THEODOLITUL – TAHIMETRU

A. Tema lucrării

Pentru ridicarea topografică a unei suprafețe de teren, se cere cunoașterea modului de măsurare a unghiurilor și a distanțelor cu ajutorul teodolitului-tahimetru.

B. Cuprinsul lucrării

- 1.1. Așezarea teodolitului în punctul de stație.
- 1.2. Vizarea semnalelor topografice.
- 1.3. Măsurarea unui unghi orizontal prin metoda simplă, cu procedeul cu zerourile în coincidență.
- 1.4. Măsurarea unghiurilor verticale zenitale.
- 1.5. Măsurarea indirectă a distanțelor u tahimetre clasice.
- 1.6. Înscrierea unghiurilor și a distanțelor măsurate în carnetul de teren.

C. Rezolvarea temei

- 1.1. AȘEZAREA TEODOLITULUI ÎN PUNCTUL DE STAȚIE.
Bibliografie – CURS: pag. 37 – 38.
- 1.2. VIZAREA SEMNALELOR TOPOGRAFICE.
Bibliografie – CURS: pag. 38 – 40.
- 1.3. Măsurarea unui unghi orizontal prin metoda simplă, cu procedeul cu zerourile în coincidență.
Bibliografie – CURS: pag. 41 – 44.
- 1.4. MĂSURAREA UNGHIURILOR VERTICALE ZENITALE.
Bibliografie – CURS: pag. 44 – 45.
- 1.5. MĂSURAREA INDIRECTĂ A DISTANȚELOR CU TAHIMETRE CLASICE.
Bibliografie – CURS: pag. 86 – 87.

1.6. Înscrierea unghiurilor și a distanțelor măsurate în carnetul de teren

Elementele unghiulare și liniare măsurate pe teren, din punctul de stație S, care a cuprins: *măsurarea unghiului orizontal* dintre direcțiile SA și SB; *măsurarea unghiurilor verticale zenitale* ale direcțiilor SA și SB și *măsurarea distanței pe cale optică* între punctul de stație S și punctele vizate A și B, cu ambele poziții ale lunetei, se vor înscrie în *tabelul 1.1.*, după cum urmează:

- **citirile efectuate pe cercul orizontal (Hz)**, cu luneta tahimetrului în poziția I-a (eclimetrul în strânga), se vor înscrie în coloana 3 a tabelului 1.1., în dreptul punctelor vizate: A, B și A;
- **citirile efectuate pe cercul orizontal (Hz)**, cu luneta tahimetrului în poziția a II-a (eclimetrul în dreapta), se vor înscrie în coloana 4 a tabelului 1.1., în dreptul punctelor vizate: A, B și A;
- **se calculează media citirilor** efectuate în cele două poziții ale lunetei pe direcțiile orizontale SA și SB, iar rezultatele obținute se înscriu în coloana 5 a tabelului 1.1.;
- **se calculează unghiul orizontal (β)**, în funcție de diferența dintre citirile medii ale direcțiilor SA și SB, iar rezultatul obținut se trece în coloana 6 a tabelului 1.1.;
- **citirile efectuate pe cercul vertical (V)**, cu luneta tahimetrului în poziția I-a, se vor înscrie în coloana 7 a tabelului 1.1., în dreptul punctelor vizate: A, B și A;
- **citirile efectuate pe cercul vertical (V)**, cu luneta tahimetrului în poziția II – a, se vor înscrie în coloana 8 a tabelului 1.1., în dreptul punctelor vizate: A, B și A;
- **se calculează unghiul zenital (Z)**, ca medie a valorilor obținute în cele două poziții ale lunetei, iar rezultatele obținute se trec în coloana 9 a tabelului 1.1., în dreptul punctelor A și B;
- **citirile efectuate la firele stadimetrice (L_1 și L_2) și la firul nivelor (L_0)**, pe mirele topografice, ce se țin în poziția verticală în punctele A și B, se vor înscrie în coloanele 10 și 11 ale

tabelului 1.1. (poziția I-a a lunetei) și, respectiv, în coloanele 12 și 13 (poziția a II-a a lunetei);

- **se calculează distanțele înclinate ($KH \sin Z$)**, în funcție de citirile efectuate la firele stadimetrice, în cele două poziții ale lunetei, iar rezultatele se trec în coloanele 14 și 15 ale tabelului 1.1.;
- **se calculează media distanțelor înclinate ($KH \sin Z$)**, în funcție de distanțele măsurate în cele două poziții ale lunetei, iar rezultatele se trec în coloana 16 a tabelului 1.1., în dreptul punctelor vizate A și B.

Tabelul 1.1.

MĂSURAREA UNGHIURILOR ȘI A DISTANTELOR PE CALE INDIRECTĂ CU TEODOLITUL – TAHIMETRU ZEISS THEO-020

[illegible]

DETERMINAREA DIFERENȚELOR DE NIVEL ȘI A COTELOR PRIN METODA NIVELMENTULUI GEOMETRIC DE MIJLOC SIMPLU

A. Tema lucrării

În vederea determinării diferențelor de nivel și a cotelor punctelor caracteristice ale suprafeței terestre, se cere cunoașterea instrumentelor de nivel și a metodelor de nivelment geometric.

B. Cuprinsul lucrării

- 2.1. Descrierea nivelelor clasice cu șurub de fină calare.
- 2.2. Descrierea mirelor de nivelment geometric.
- 2.3. Nivelmentul geometric de mijloc simplu.
- 2.4. Înscrierea observațiilor de nivelment în carnetul de teren.
- 2.5. Calculul lungimii niveleului și a cotei absolute.

C. Rezolvarea temei

2.1. Descrierea Nivelelor Clasice cu Șurub de Fină Calare

Bibliografie – CURS: pag. 77 – 78.

2.2. DESCRIEREA MIRELOR DE NIVELMENT GEOMETRIC.

Bibliografie – CURS: pag. 80.

2.3. Nivelmentul Geometric de Mijloc Simplu.

Bibliografie – CURS: pag. 80 – 82.

2.4. Înscrierea Observațiilor de Nivelment în Carnetul de Teren

Pe baza observațiilor de nivelment efectuate cu două orizonturi ale instrumentului de nivel (O_I și O_{II}), din punctul de stație S, într-un singur sens de măsurare de la **punctul A**, considerat **punct înapoi**, către **punctul B**, considerat **punct înainte**, se procedează, mai întâi, la înscrierea datelor în tabelul 2.1.

- **citirile efectuate pe miră la cele trei fire**, mai întâi, pe **mira din punctul A** și apoi pe **mira din punctul B**, se vor înscrie în coloanele 4 și 5 și, respectiv, în coloanele 6 și 7 ale tabelului 2.1.;
- **se verifică citirile efectuate la cele trei fire (L_1 , L_0 și L_2)**, cu ajutorul relației: $L_0 = \frac{L_1 + L_2}{2}$, în limitele unei abateri de până la $1 \div 2$ mm.

2.5. Calculul Lungimii Niveleului și a Cotei Absolute

- **Se calculează distanțele între punctul de stație (S) și punctele vizate A și B**, cu ajutorul citirilor efectuate la firele stadimetrice (L_1 și L_2), cu cele două orizonturi ale instrumentului de nivel:

- Orizontul I: $d_{SA}^I = K(L_2^A - L_1^A)$ și $d_{SB}^I = K(L_2^B - L_1^B)$;
- Orizontul II: $d_{SA}^{II} = K(L_2^A - L_1^A)$ și $d_{SB}^{II} = K(L_2^B - L_1^B)$

Rezultatele obținute: d_{SA}^I ; d_{SA}^{II} și d_{SB}^I ; d_{SB}^{II} , se trec în coloana 8 a tabelului 2.1.

- **Se exprimă lungimea provizorie a niveleului** (distanța între punctele A și B) determinată cu două orizonturi ale instrumentului de nivel:

$$d_{AB}^I = d_{SA}^I + d_{SB}^I \text{ și } d_{AB}^{II} = d_{SA}^{II} + d_{SB}^{II}, \text{ iar rezultatele se înscriu în coloana}$$

9 a tabelului 2.1.

- **Se determină lungimea medie a niveleului, cu expresia:**

$$d_{AB} = \frac{d_{AB}^I + d_{AB}^{II}}{2}, \text{ iar rezultatul se trece în coloana a 10-a a tabelului 2.1.}$$

- **Se înscriu diferențele de nivel provizorii în coloana 11 a tabelului 2.1.**

- **Se calculează diferența de nivel medie cu relația:**

$$\Delta Z_{AB} = \frac{\Delta Z_{AB}^I + \Delta Z_{AB}^{II}}{2}, \text{ care se înscrie în coloana 12 a tabelului}$$

2.1.

- **Se calculează cota punctului B, în funcție de cota cunoscută a punctului A și de diferența de nivel medie, care se însumează algebric: $Z_B = Z_A + \Delta Z_{AB}$, iar rezultatul se înscrie în coloana 13 a tabelului 2.1.**

Tabelul 2.1

**DETERMINAREA DIFERENȚELOR DE NIVEL (ΔZ) ȘI A COTELOR (Z), PRIN METODA
NIVELMENTULUI GEOMETRIC DE MIJLOC SIMPLU CU DOUĂ ORIZONTURI ALE INSTRUMENTULUI**

Punct stație	Orizontul instr. de nivel	Punct vizat	CITIRI PE MIRA TOPOGRAFICĂ				DISTANȚE		Lungimea medie a niveleului	DIFERENȚE DE NIVEL		COTE ABSOLUTE	Nr. pct.		
			Înapoi		Înainte		Între instr. și puncte	Între puncte		Provizorii	Medii				
			L ₁ L ₂	L ₀	L ₁ L ₂	L ₀				± ΔZ	± ΔZ	Z			
			mm	mm	mm	mm				m	m	m		mm	m
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
S	O _I	A											A		
		B													
	O _{II}	A													
		B												B	

LUCRAREA NR. 3

HĂRȚI ȘI PLANURI TOPOGRAFICE

A. TEMA LUCRĂRII

În scopul utilizării documentațiilor cartografice și topografice, se cere cunoașterea conținutului și a modului de rezolvare a diferitelor probleme pe hărți și planuri.

B. CUPRINSUL LUCRĂRII

- 3.1. Definiții și caracteristici ale hărților și planurilor
- 3.2. Clasificarea hărților și planurilor
- 3.3. Formatul hărților și planurilor
- 3.4. Elementele cartografice ale cadrului hărților și planurilor
- 3.5. Determinarea distanței orizontale din teren între două puncte, pe un plan topografic de bază, la scara 1: 5000**
- 3.6. Determinarea cotei unui punct, pe un plan topografic de bază, la scara 1: 5 000**
- 3.7. Calculul pantei unui aliniament, pe un plan topografic de bază, la scara 1: 5 000

C. REZOLVAREA TEMEI

3.1. DEFINIȚII ȘI CARACTERISTICI ALE HĂRȚILOR ȘI PLANURILOR

- Bibliografie – curs: pag.16

3.2. CLASIFICAREA HĂRȚILOR ȘI PLANURILOR

- Bibliografie – curs: pag.16

3.3. FORMATUL HĂRȚILOR ȘI PLANURILOR

- Bibliografie – curs: pag.104 ÷ 107

3.4.ELEMENTELE CARTOGRAFICE ALE CADRULUI HĂRȚILOR ȘI PLANURILOR

- Bibliografie – curs: pag.107 ÷ 112

3.5. DETERMINAREA DISTANȚEI ORIZONTALE DIN TEREN ÎNTRE DOUĂ PUNCTE, PE UN PLAN TOPOGRAFIC DE BAZĂ, LA SCARA 1: 5000

Se consideră un sector de plan topografic de bază, la scara 1: 5000 și punctele A și B, care determină aliniamentul AB și se cere să se determine distanța orizontală din teren, dintre cele două puncte (fig.3.1).

Pentru determinarea distanței orizontale din teren, dintre punctele A și B, se măsoară cu ajutorul unei rigle distanța grafică de pe plan (d), care se exprimă în mm, obținându-se: $d = 37,1 \text{ mm}$.

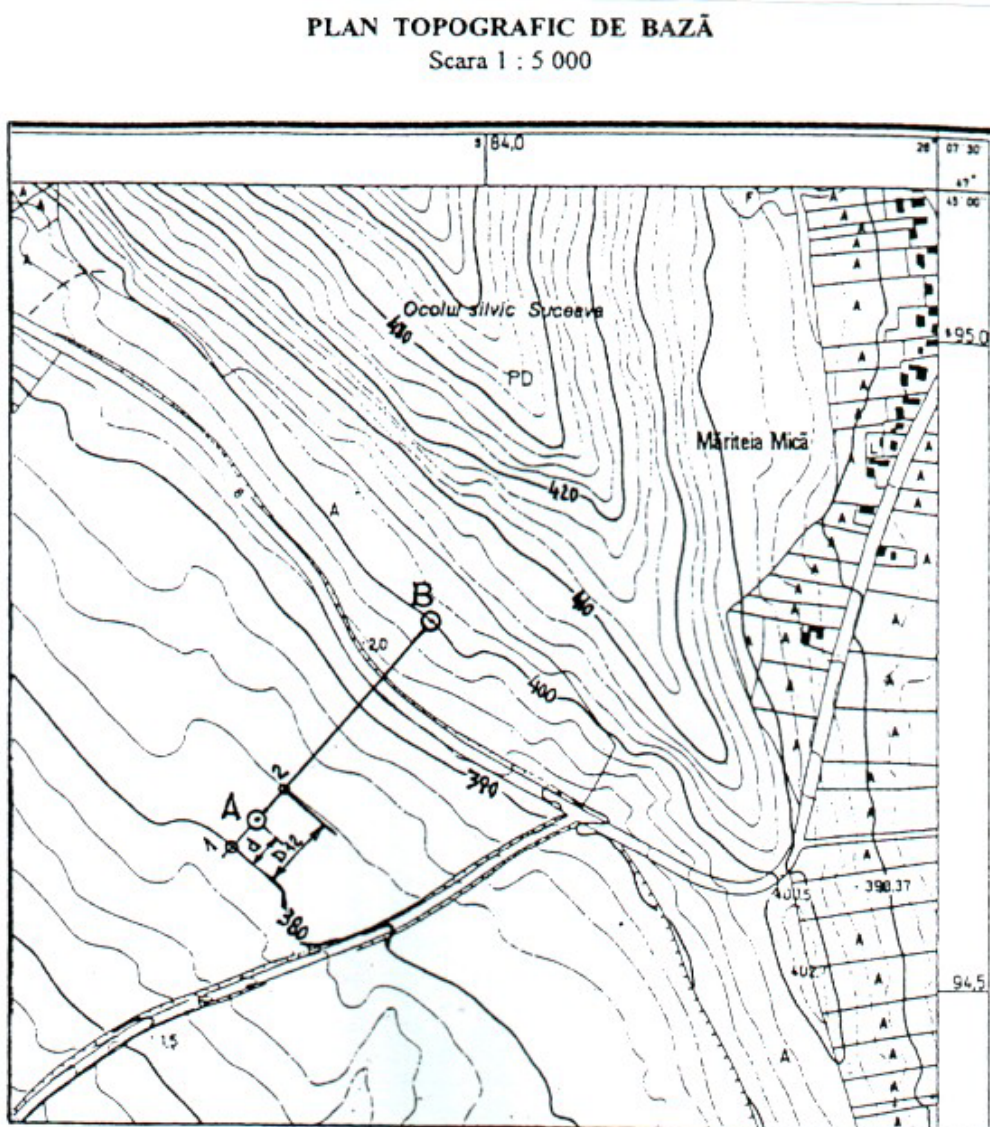
Se consideră relația scării numerice, de forma generală:

$\frac{d}{D} = \frac{1}{N}$, din care, se obține distanța orizontală din teren: $D = d \cdot N$, în metri, unde:

$d = 37,1 \text{ mm}$ și $N = 5\,000$

Deci, rezultă că $D_{AB} = d_{AB} \cdot N = 37,1 \text{ mm} \cdot 5000 = 185500 \text{ mm} = 185,50 \text{ m}$

Fig.3.1. Sector de plan topografic de bază, cu curbe de nivel, scara 1: 5 000



3.6. DETERMINAREA COTEI UNUI PUNCT, PE UN PLAN TOPOGRAFIC DE BAZĂ, LA SCARA 1: 5 000

Se cere să se determine cota punctului A, situat între două curbe de nivel, pe planul topografic de bază, la scara 1: 5 000, cu echidistanța curbelor normale $E_n = 2,5 \text{ m}$ și a curbelor principale $E_p = 10,0 \text{ m}$ (fig.3.1).

Pentru determinarea cotei punctului A, situat între curba de nivel principală, de cotă 380 m și curba de nivel normală, de cotă 382,50 m, se vor efectua următoarele operațiuni:

- se stabilește *sensul de creștere a pantei terenului*, în funcție de cotele curbelor de nivel principale;
- se trasează *linia de cea mai mare pantă*, prin punctul A, care reprezintă perpendiculara pe cele două curbe de nivel vecine, unde se notează cu 1 și 2, intersecția acestei linii cu curba de nivel de cotă 380 m și, respectiv, de cotă 382,50 m;
- se măsoară cu ajutorul unei rigle distanțele grafice d_{1A} și D_{12} , care se exprimă în mm: $d_{1A} = 5,2$ mm și $D_{12} = 11,4$ mm;
- se consideră că panta terenului între cele două curbe de nivel vecine este uniformă;
- se calculează diferența de nivel dintre punctul 1, de cotă 380, m și punctul 2, de cotă 382,50 m, obținându-se: $\Delta Z_{12} = Z_2 - Z_1 = 382,50 - 380,00 = 2,50$ m ;
- se determină diferența de nivel dintre punctul 1, de cotă 380,00 m și punctul A, de cotă necunoscută, considerându-se distanțele grafice: $D_{12} = 11,4$ mm; $d_{1A} = 5,2$ mm și diferența de nivel $\Delta Z_{12} = 2,50$ m, pe baza interpolării grafice:

$$11,4 \text{ mm} \dots\dots\dots 2,50 \text{ m}$$

$$5,2 \text{ mm} \dots\dots\dots \Delta Z_{1A}$$

$$\Delta Z_{1A} = \frac{5,2 \text{ mm}}{11,4 \text{ mm}} \cdot 2,50 \text{ m} = 1,14 \text{ m}$$

- se calculează cota punctului A, de pe planul topografic, adunându-se la cota punctului 1 ($Z_1 = 380,00$ m), diferența de nivel calculată (ΔZ_{1A}):

$$Z_A = Z_1 + \Delta Z_{1A} = 380,00 \text{ m} + 1,14 \text{ m} = 381,14 \text{ m}$$

3.7. CALCULUL PANTEI UNUI ALINIAMENT, PE UN PLAN TOPOGRAFIC DE BAZĂ, LA SCARA 1: 5 000

Panta aliniamentului AB (fig.3.1), se obține cu relația:

$$p = \operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta Z_{AB}}{D_{AB}} = \frac{(Z_B - Z_A)}{D_{AB}}, \text{ În care:}$$

$$Z_B = 400,00 \text{ m} ; Z_A = 381,14 \text{ m} ; D_{AB} = 185,50 \text{ m}$$

Pe baza acestor elemente, se exprimă panta aliniamentului AB, sub forma tangentei unghiului de pantă:

$$p_{AB} = \operatorname{tg} \alpha_{AB} = \frac{(400,00 - 381,14)}{185,50} = 0,101671159$$

În continuare, se va exprima panta aliniamentului AB și în următoarele moduri:

- panta în procente: $p\%_{AB} = 100 \cdot \operatorname{tg} \alpha_{AB} = 10,167 \%$;
- panta la mie: $p\%_{AB} = 1000 \cdot \operatorname{tg} \alpha_{AB} = 101,67 \%$;
- panta în grade centesimale: $\alpha_{AB}^g = \operatorname{arc} \operatorname{tg} 0,101671159 = 6^g.45^c.04^{cc}$
- panta în grade sexagesimale: $\alpha_{AB}^o = \operatorname{arc} \operatorname{tg} 0,101671159 = 5^\circ 80' 54''$

1. **Boş N.** - Topografie. Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1993
2. **Dragomir P., Haret C., Moraru N., Neuner I., Săvulescu C.** - Lucrări topografice în cadastru. Ghid. Editura MATRIXROM SRL, Bucureşti, 1995
3. **Leu I.N., Budiu V., Moca V., Ritt C., Ciotlăuş Ana, Ciolac Valeria** - Topografie şi cadastrul agricol. Editura Didactică şi Pedagogică R.A., Bucuresti, 1998
4. **Leu I.N., Budiu V., Moca V., Ritt C., Ciolac Valeria, Ciotlăuş Ana, I. Negoescu** - Topografie şi cadastru. Editura Universul, Bucuresti, 2002.
5. **Miclea M.** - Cadastrul şi cartea funciară. Editura All, Bucureşti, 1995.
6. **Mihăilă M., Corcodel Gh., Chirilov I.** - Cadastrul general şi publicitatea imobiliară. Bazele şi lucrările componente, Editura Ceres, Bucureşti, 1995.
7. **Moca V.** - Topografie generală şi aplicată, Centrul de multiplicare, Institutul Agronomic, Iaşi, 1990.
8. **Moca V.** - Topografie şi cadastru funciar, Centrul de multiplicare, Universitatea Agronomică, Iaşi, 1995.
9. **Moca V, Ilioi D.** – Cadastrul funciar general. Lucrări şi calcule topografice, Editura Nona, Piatra Neamţ, 1998.
10. **Moca V., Chirilă C.** – Cartografie matematică, întocmire şi redactare hărţi. Universitatea Tehnică "Gh. Asachi", Iaşi, 2002
11. **Neamţu M., Ulea E., Atudorei M., Bocean I.** – Instrumente topografice şi geodezice, Editura Tehnică, Bucureşti, 1982
12. **Russu A.** - Topografie cu elemente de geodezie şi fotogrammetrie, Editura Ceres, Bucureşti, 1974
13. **Russu A, Boş N., Kiss A.** – Topografie-Geodezie, Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti, 1982.
14. **X X X** – Manualul inginerului geodez, vol. 1, 2 şi 3, Editura Tehnică, Bucureşti, 1974.
15. **X X X** – Colecţii de standarde. Construcţii., vol. I. Măsurări terestre, Editura Tehnică, Bucureşti, 1997

CUPRINS

Partea I-a. *TOPOGRAFIE*

Cap.1.	NOȚIUNI FUNDAMENTALE	1
1.1.	Obiectul măsurătorilor terestre	1
1.2.	Rolul și importanța lucrărilor topografice pentru agricultură ...	3
1.3.	Unități de măsură folosite în topografie	3
1.3.1.	Unități de măsură pentru lungimi	3
1.3.2.	Unități de măsură pentru suprafețe	4
1.3.3.	Unități de măsură pentru unghiuri	5
1.4.	Elemente topografice ale terenului	5
1.4.1.	Puncte și linii caracteristice ale terenului	5
1.4.2.	Elemente liniare și unghiulare măsurate în plan vertical	6
1.4.3.	Elemente unghiulare măsurate într-un punct de stație	8
1.5.	Calculul topografice	9
1.5.1.	Sisteme și axe de coordonate rectangulare plane	9
1.5.2.	Orientarea unei direcții de pe teren	10
1.5.3.	Calculul coordonatelor rectangulare plane	12
1.5.4.	Calculul coordonatelor polare plane	14
1.6.	Hărți și planuri topografice	16
1.6.1.	Definiții și caracteristici ale hărților și planurilor	16
1.6.2.	Clasificarea hărților și planurilor	16
1.7.	Scări topografice	17
1.7.1.	Scări numerice	17
1.7.2.	Scări grafice	18
1.8.	Noțiuni asupra măsurărilor și erorilor	19
1.8.1.	Clasificarea măsurătorilor topografice	20
1.8.2.	Definiții și clasificarea erorilor în topografie	20
	Întrebări recapitulative	22
Cap.2.	PLANIMETRIA	24
2.1.	Generalități	24
2.2.	Marcarea și semnalizarea punctelor	24
2.2.1.	Marcarea punctelor topografice	24
2.2.2.	Semnalizarea punctelor topografice	26
	Întrebări recapitulative	22
2.3	Măsurarea unghiurilor	27
2.3.1.	Instrumente și aparate pentru măsurarea unghiurilor	28
2.3.2.	Schema de construcție și părțile componente ale unui teodolit de tip clasic	29
2.3.3.	Axele și mișcările unui teodolit de tip clasic.....	31
2.3.4.	Tipuri constructive de teodolite clasice.....	33
2.3.5.	Dispozitive de citire a unghiurilor	33
2.3.6.	Anexe ale teodolitului	36
2.3.7.	Așezarea teodolitului în punctul de stație	37
2.3.8.	Vizarea semnalelor topografice	38

2.3.9.	Metode de măsurare a unghiurilor orizontale	40
2.3.10.	Măsurarea unui unghi orizontal prin metoda simplă	41
2.3.11.	Măsurarea unghiurilor verticale	44
	Întrebări recapitulative	46
2.4.	Măsurarea directă a distanțelor	47
2.4.1.	Aliniamente	47
2.4.2.	Jalonarea aliniamentelor	47
2.4.3.	Instrumente pentru măsurarea directă a distanțelor	48
2.4.4.	Măsurarea pe cale directă a distanțelor	50
2.4.5.	Reducerea distanțelor la orizont	51
	Întrebări recapitulative	52
2.5.	Rețele planimetrice de sprijin	52
2.5.1.	Rețele de triangulație geodezică	53
2.5.2.	Îndesirea punctelor rețelei geodezice	54
2.6.	Ridicări planimetrice prin metoda drumuirii	54
2.6.1.	Clasificarea drumuirilor planimetrice	54
2.6.2.	Condițiile tehnice de execuție a drumuirilor planimetrice	55
2.6.3.	Lucrări în faza de teren a drumuirilor planimetrice	56
2.6.4.	Calculul unei drumuiri planimetrice închise	57
	Întrebări recapitulative	62
2.7.	Metode de ridicare a detaliilor planimetrice	62
2.7.1.	Metoda radierilor sau a coordonatelor polare.....	63
2.8.	Întocmirea și redactarea planurilor topografice	63
2.8.1.	Metode de întocmire a planurilor topografice	63
2.8.2.	Instrumente și echipamente folosite la întocmirea și redactarea planurilor topografice prin metode clasice și moderne	64
2.8.3.	Operațiile pregătitoare și de redactare a planurilor	65
	Întrebări recapitulative	68
2.9.	Calculul suprafețelor	68
2.9.1.	Calculul suprafețelor prin metode numerice	68
	Întrebări recapitulative	68
Cap.3.	NIVELMENTUL	73
3.1.	Noțiuni generale de nivelment	73
3.2.	Tipuri de nivelment	74
3.3.	Rețele de sprijin pentru nivelment	74
3.4.	Nivelmentul geometric	75
3.4.1.	Principiul și clasificarea nivelmentului geometric	75
3.4.2.	Instrumente de nivelment geometric	76
3.4.3.	Mire de nivelment geometric	80
3.4.4.	Nivelmentul geometric de mijloc simplu	80
3.4.5.	Nivelmentul geometric de capăt simplu	82
	Întrebări recapitulative	84

Cap.4.	TAHIMETRIA	85
4.1.	Generalități	85
4.2.	Tahimetre clasice	86
4.2.1.	Măsurarea indirectă a distanțelor cu tahimetre clasice	86
4.2.2.	Principiul ridicării tahimetrice	87
4.3.	Tahimetre autoreductoare	88
4.4.	Tahimetre electronice	89
4.4.1.	Considerații generale	89
4.4.2.	Principalele părți componente ale tahimetrului REC ELTA 13C ZEISS	90
4.4.3.	Modul de lucru cu tahimetrul electronic REC ELTA 13C ZEISS	91
4.4.4.	Realizarea unui tur de orizont cu ajutorul tahimetrului REC ELTA 13	93
4.4.5.	Întocmirea planurilor topografice, în cazul ridicărilor tahimetrice cu ajutorul stațiilor totale de măsurare	94
	Întrebări recapitulative	95
Partea a II – a DESEN TEHNIC		
Cap.5.	ELEMENTE DE DESEN CARTOGRAFIC	96
5.1.	Scrierea cartografică	96
5.1.1.	Întocmirea portativului scrierii cartografice	97
5.1.2.	Modul de scriere a literelor și cifrelor	97
5.1.3.	Dimensiunile nominale ale scrierii cartografice	99
5.2.	Scrierea pe hărți și planuri topografice	100
5.2.1.	Scrierea elementelor de toponimie	100
5.2.2.	Scrierea datelor și inscripțiilor explicative	101
5.3.	Formatul hărților și planurilor	104
5.3.1.	Dimensiunile trapezelor geodezice pe latitudine și longitudine	105
5.3.2.	Dimensiunile și suprafața trapezelor, în funcție de latitudinea geografică	106
5.4.	Elementele cartografice ale cadrului hărților și planurilor topografice	107
5.4.1.	Cadrul hărților și planurilor topografice	107
5.4.2.	Elementele și inscripțiile din interiorul cadrului hărților și planurilor topografice	108
5.4.3.	Elementele și inscripțiile din exteriorul cadrului hărților și planurilor topografice	111
5.5.	Cartoeditarea planurilor și hărților	112
	Întrebări recapitulative	116
	BIBLIOGRAFIE	118